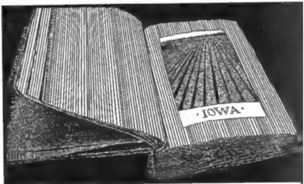

·IOWA·

DATE DUE

DEMCO, INC. 38-2931

كتاب

تقريب الهندسه

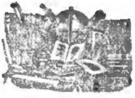
تأليف

سعادة على مبارك باشا

لاستعمال العسكريه المصريه

طبعة ثانيه

بمطبعة وادى النيل المصريه
الكائنة بخط باب الشعريه
سنة ١٢٩٠



بسم الله الرّحمن الرّحيم

الحمد لله الذى قرب للطالبين سبل الرشاد وبلغ المجتهدين فوق المراد فسلك بهم الطريق المستقيم ووفقهم الى ترتيب القواعد الهندسية على النهج القويم والصلاة والسلام على سيدنا محمد مركز دائرة الكمال ومهبط وحى ذى العزة والجلال وعلى آله الهادين واصحابه الذين شادوا العلوم والدين

وبعد فلما كانت العلوم الرياضيه أساسا لجميع التعليمات العسكريه ولا يمكن الوصول الى الدرجة المطلوبة من الاعمال الحربيه الا بالتزود من القواعد الهندسيه انتخب هذا الملخص السريع الافادة للمبتدين لتجرده عن الادلة والبراهين من لا تزال همه بتقدم العسكرية متعلقه ومقاصده فى المنافع الوطنية متحققه ذو الرشد والاصابه والصداقة والنجابه سعادة قاسم باشا ناظر الجهادية المصريه وقائد عنان الصولة الخديويه وأمر بتصحيحه وطبعه لظهور كمال نفعه كل هذا خدمة لصاحب المآثر والمكارم الخديويه من أخجل بنواله فيض النيل سعادة الخديو الجليل ادام الله أيامه وبلغه فى كل قصد مرامه ومتعه بانجاله [illegible] واشباله الفخام بجاه سيد الانام عليه أفضل الصلاة والسلام

مختصر فى علم الهندسه

الهندسة علم يبحث فيه عن خواص الخطوط والسطوح والاجسام وأخذ مساحاتها

النقطة

النقطة الهندسية هى التى ليس لها امتداد أى التى ليس لها طول ولا عرض ولا سمك بل هى وهمية وأما النقط التى ترسم على اللوح والورق فهى نقط مادية

أنواع الخطوط

الخط من حيث هو طول فقط كالخط اب وهو على أربعة أنواع أحدها الخط المستقيم وهو أقصر بعد بين نقطتين كالخط اب (شكل ١) وثانيها الخط المنكسر وهو ما تركب من خطوط مستقيمة كالخط ابجد (شكل ٢) وثالثها الخط المنحنى وهو ما ليس مستقيما ولا منكسرا كالخط دهو (شكل ٣) ورابعها الخط المختلط وهو ما تركب من خطوط بعضها مستقيم وبعضها منحن كالخط ابجد (شكل ٤)

الخطوط المستقيمة وخواصها

الخطوط المستقيمة بحسب أوضاعها هى اما أفقية واما رأسية واما حيثما اتفق فالخط الافقى (شكل ٥) هو الخط الموازى لسطح الماء الراكد بحيث لو فرض حوض مملوء بالماء وأخذت على سطحه أبعاد عمودية على سطح الماء فى استقامة واحدة ووصل بين نهايات هذه الابعاد بخط لكان هذا الخط هو الخط الافقى والخط الراسى هو الخط العمودى على الخط الافقى المذكور (شكل ٦) والخط الذى هو خط حيثما اتفق هو الذى لا يكون أفقيا ولا رأسيا وانما يكون مستقيما فقط

لا يمكن ... المستقيمة اما أن تكون متلاقية واما أن تكون متوازية

الخطوط المتلاقية أو المتقاطعة

الخطان المتلاقيان هما اللذان يجتمعان فى نقطة واحدة كالخطين ا ب و ب ء (شكل ٧) ويدل على الانفراج اب ء الواقع بينهما اسم الزاوية والنقطة ب التى هى نقطة تقابل الخطين المذكورين أو تلاقيهما أو تقاطعهما تدعى رأس الزاوية ويدل على هذين الخطين نفسهما اسم ضلعى الزاوية والزوايا على ثلاثة أنواع

أحداها الزاوية القائمة وهى الحادثة بين خطين عمودين على بعضهما كالزاوية ءهو (شكل ٨) ومقدارها ٩٠ درجة دائما على حسب التقسيم القديم ومائة درجة على حسب التقسيم الجديد والزوايا القائمة كلها متساوية

تنبيه الخطان يكونان عمودين على بعضهما اذا كان ميل أحدهما على الآخر من الجهتين واحدا

وثانيهما الزاوية الحادة وهى التى تكون أصغر من الزاوية القائمة كالزاوية هءح مثلا (شكل ٩) ومقدارها يتغير من صفر درجة الى ٩٠ درجة ومتى بلغت هذه الزاوية ٩٠ درجة كاملة صارت قائمة وثالثهما الزاوية المنفرجة ابح (شكل ١٠) وهى التى تكون أكبر من القائمة ومقدارها يتغير من ٩٠ درجة الى ١٨٠ درجة ومتى بلغت هذه الزاوية ١٨٠ درجة كاملة صار ضلعاها على خط مستقيم واحد

تنبيه اذا كانت زاوية كالزاوية س (شكل ١١) منفردة ومبينة بحرف واحد موضوع عند رأسها فانه يكتفى فى قراءتها بهذا الحرف دون غيره واذا كانت كالزاوية ءهو (شكل ١٢) متصلة بعدة زوايا ومبينة بثلاثة حروف مكتوبة على ضلعيها فانها تقرأ بهذه الحروف الثلاثة انما يشترط عند ذلك أن يكون الحرف الموضوع عند رأسها ملفوظا به فى الوسط

والزوايا ء و ح و ه (شكل ١٣) التي أضلاعها المتناظرة متوازية كلها متساوية والزوايا التي أضلاعها متعامدة تكون متساوية ان كانت غير متقابلة بالانفراج كالزاويتين ا ب ح و ء س ه مثلا (شكل ١٤) فان كانت متقابلة بالانفراج كالزاويتين ا ب ح و ء س ه مثلا (شكل ١٥) كان مجموعهما مساويا للزاويتين قائمتين أعني لمقدار ١٨٠ درجة وأطلق عليهما اسم الزاويتين المتممتين لبعضهما

والزاويتان ا ب ح و ء ب ه (شكل ١٦) المتقابلتان بالرؤس الحادثتان من تقاطع الخطين ا ء و ح ه معا متساويتان ومجموع الزوايا ا ب ح و ح ب ء و ء ب ه و ا ب ه المحيطة بالنقطة ب يساوي أربع زوايا قائمة أعني ٣٦٠ درجة على حسب التقسيم القديم و ٤٠٠ درجة على حسب التقسيم الجديد ومجموع الزاويتين ا ب ح و ح ب ء المتجاورتين الحادثتين في جهة واحدة من الخط ا ء يساوي قائمتين وهلم جرا

الخطوط المتوازية

الخطان المتوازيان هما اللذان لا يمكن تلاقيهما أصلا مهما كان امتدادهما وذلك كالخطين ا ب و ح ء مثلا (شكل ١٧) وجميع الخطوط المتوازية ه و و ح ل و ء س المحصورة بينهما متساوية والخطان ه ر و ء ح (شكل ١٨) الموازيان لخط ثالث يكونان متوازيين أيضا والخطان ا ب و ح ء العمودان على خط ثالث كالخط ه و (شكل ١٩) يكونان متوازيين فان كان أحدهما وهو ا ب في هذه الحالة عمودا على ه و كان الآخر وهو ح ء عمودا أيضا على ه و المذكور

النقطة والخط المستقيم

لا يمكن من النقطة ب الموضوعة على الخط ا ء (شكل ٢٠) الا اقامة

عمود واحد كالعمود ـ ه على الخط المذكور
ولا يمكن من النقطة و الموضوعة خارج الخط ا ب أن تنزل على هذا الخط غير عمود واحد كالعمود د و وهذا العمود هو عبارة عن بعد تلك النقطة عن الخط المذكور (شكل ٢١)
ولا يمكن ايضا من النقطة و الموضوعة خارج الخط ا ب (شكل ٢٢) أن يرسم غير خط واحد مواز للخط المفروض كالخط و ع
والبعد الواقع بين الخطين ا ب و ح ع المتوازيين يقدر بالخط ه و العمودى عليهما المحصور بينهما

فى محيط الدائرة وخواصه

محيط الدائرة هو خط منحن جميع نقطه توجد على أبعاد متساوية من نقطة داخله كالنقطة م تسمى مركز المنحنى ا د ه ب (شكل ٢٣) الذى كل جزء من أجزائه كالجزء د ه مثلا يسمى قوسا وطول أى قوس يساوى خارج قسمة عدد درجه على ٢٩٥ , ٥٧ وضرب الناتج فى نصف القطر وكل خط كالخط م د واصل بين المركز ونقطة من المحيط يسمى نصف قطر وأنصاف الاقطار كلها متساوية فى دائرة واحدة أو فى عدة دوائر متساوية
وكل خط كالخط ا د المار بالمركز و بنقطتين من المحيط يسمى قطرا والاقطار كلها متساوية فى دائرة واحدة أو فى عدة دوائر متساوية
وكل قطر يقسم المحيط والدائرة الى قسمين متساويين والقطر يساوى نصف القطر مرتين
وطول محيط أى دائرة يساوى طول قطرها ثلاث مرات وسبع مرة مثلا اذا كان طول القطر مساويا لمقدار ١٤ مترا كان طول المحيط مساويا لهذا المقدار ثلاث مرات وسبع مرة يعنى أن طول هذا المحيط يكون مساويا لمقدار ٤٤ مترا

فاذا كان طول المحيط معلوما واريد معرفة طول القطر بأن كان طول المحيط مساويا بالمقدار ٤٤ مترا فنقسم هذا المقدار على ٢٢ فيتحصل ٢ فنضرب هذا الناتج فى ٧ فيحدث من ذلك ١٤ وهو مقدار طول القطر المطلوب وهذه القاعدة مطردة فى جميع الدوائر ويطلق على كل خط كالخط اب يكون قاطعا للدائرة بدون أن يمر بمركزها اسم الوتر

(شكل ٢٤)

والوتران اى و بد المتساويان يكون قوساهما متساويين وبعداهما مح و م و عن المركز متساويين واما الوتران غير المتساويين فاكبرهما أقربهما الى المركز واصغرهما أبعدهما عنه والعمود النازل من المركز على الوتر اى يقسمه الى قسمين متساويين هما اح و حى و يقسم قوسه الى قسمين متساويين أيضا والاوتار الحاصرة بينها القسى متساوية من المحيط تكون متوازية مثلا اذا كان القوس اب مساويا للقوس ىح كان الوتر اى موازيا للوتر بح (شكل ٢٥)

ويطلق على كل زاوية حادثة بين نصفى قطرين كالزاوية ى م ه اسم الزاوية المركزية (شكل ٢٦) وهذه الزاوية تقاس بالقوس ىه الواقع على المحيط بين ضلعيها

والزاوية باح (شكل ٢٧) الحادثة بين وترين متقاطعين فى نقطة على المحيط تسمى زاوية محيطية وتقاس بنصف القوس بح الواقع بين ضلعيها على المحيط

والزاوية باى (شكل ٢٨) الحادثة بين وترين متقاطعين فى نقطة داخل المحيط تقاس بنصف مجموع القوسين بى و هح المحصورين بين امتداد ضلعيها على المحيط بمعنى أن هذه الزاوية تساوى نصف القوس بى زائدا نصف القوس هح أى باى = $\frac{\text{القوس بى + القوس هح}}{٢}$ والزاوية هاح (شكل ٢٩) الحادثة

بين وترين متقاطعين خارج المحيط تقاس بنصف التفاضل بين القوسين
هـ ح و ءو المحصورين بين امتداد ضلعيها على المحيط بمعنى ان هذه الزاوية
هـ ا ح تساوى نصف القوس هـ ح ـ نصف القوس ءو أى هـ ا ح =
القوس هـ ح ـ القوس ءو

وكل خط لا يشترك مع المحيط الا فى نقطة واحدة كالخط اب يسمى
مماسا ونقطة الاشتراك وهى ب تسمى نقطة التماس ولا بد أن يكون كل خط
مماس عمودا على نصف القطر المار بهذه النقطة بمعنى أن الخط اب
المماس يكون عمودا على نصف القطر ب م الواصل من المركز م الى
نقطة التماس ب (شكل ٣٠)

بيان السطوح

السطح ماليس له الا طول وعرض فقط وهو على أربعة أنواع
أحدها السطح المستوى وهو الذى ينطبق عليه الخط المستقيم كمال الانطباق
فى جميع الاوضاع كسطح الحائط وما أشبه ذلك والسطح يكون أفقيا اذا كان
موازيا لسطح الماء الراكد ورأسيا اذا كان عمودا على السطح الافقى وحيثما
اتفق اذا لم يكن أفقيا ولا رأسيا
وثانيها السطح المنكسر وهو ما تركب من سطوح مستوية ليست على استواء
واحد
وثالثها السطح المنحنى وهو ماليس مستويا ولا منكسرا
ورابعها السطح المختلط وهو ما تركب من سطوح بعضها مستو وبعضها
منحن

بيان السطوح المستوية

اذا كان السطح المستوى محاطا بخطوط مستقيمة كان شكلا كثير الاضلاع
المستقيمة كالشكل ا ب ح ء هـ (شكل ٣١) ويطلق على نقط تقاطع
الخطوط

الخطوط مع بعضها اسم رؤس الشكل وعلى هذه الخطوط اسم أضلاع الشكل ومحيط الشكل هو مجموع أضلاعه فان كانت جميع أضلاع الشكل متساوية وجميع زواياه متساوية فانه يسمى شكلا منتظما ويطلق على كل خط واصل بين رأسين غير متجاورين من الشكل اسم القطر كالخط اد فاذا وصل بين أحد رؤس الشكل والرؤس الأخر بخطوط مستقيمة فانها تقسم هذا الشكل الى مثلثات عددها عدد أضلاعه الا اثنين والاشكال الكثيرة الاضلاع تتميز بعدد أضلاعها فما كان منها مركبا من ثلاثة أضلاع أطلق عليه اسم المثلث وما كان منها مركبا من أربعة أضلاع أطلق عليه اسم المربع أوذى أربعة الاضلاع وهلم جرا

واذا كان السطح المستوى محاطا بخط حيثما اتفق فانه يسمى شكلا حيثما اتفق كالشكل ابحدوه (شكل ٣٢)

بيان المثلثات

المثلث هو سطح محدد بثلاثة خطوط مستقيمة تسمى أضلاع المثلث وكل واحد من هذه الاضلاع الثلاثة أصغر من مجموع الضلعين الآخرين وأكبر من تفاضلهما بمعنى أن الضلع اب من المثلث ابح (شكل ٣٣) اصغر من اح + بح وأكبر من اح ـ بح أو بح ـ اح ونقط تقاطع الاضلاع ببعضها تسمى رؤس المثلث ويطلق على الزوايا الحادثة من هذا التقاطع اسم زوايا المثلث

وأى ضلع من اضلاع المثلث كالضلع بح مثلا يعتبر قاعدة له والنقطة المقابلة لهذا الضلع تسمى رأس المثلث والعمود النازل من الرأس على القاعدة أوعلى امتدادها يسمى ارتفاع المثلث ويتنوع المثلث الى ستة أنواع ثلاثة منها بالنظر الى أضلاعه وثلاثة بالنظر الى زواياه فالثلاثة التى اسماؤها مأخوذة من الاضلاع هي المثلث المتساوى الاضلاع وهو الذى تكون أضلاعه الثلاثة

متساوية كالمثلث دهو (شكل ٣٤) وشرطه أن يكون الخط دح الواصل من رأسه الى منتصف قاعدته عمودا على هذه القاعدة وأن تكون زواياه حادة فقط وأن يكون مقدار كل واحدة منها ٦٠ درجة
والمثلث المتساوى الساقين وهو الذى يكون فيه ضلعان متساويين كالمثلث ابح (شكل ٣٥) الذى فيه الضلع اب = اح وشرطه أن تكون الزاويتان احب و ابح المتقابلتان للساقين متساويتين وأن يكون الخط الواصل من النقطة ا التى هى رأسه الى منتصف قاعدته بح عمودا على هذه القاعدة وربما كانت احدى زوايا هذا المثلث قائمة أومنفرجة
والمثلث المختلف الاضلاع وهو الذى تكون أضلاعه مختلفة كالمثلث دهح (شكل ٣٦) وشرطه أن يكون الضلع الاكبر مقابلا للزاوية الكبرى والضلع الاصغر مقابلا للزاوية الصغرى وهذا المثلث قد يكون قائم الزاوية أومنفرجها أوحادها والثلاثة التى اسماؤها مأخوذة من الزوايا هى
المثلث القائم الزاوية وهو الذى تكون فيه زاوية قائمة كالمثلث ابح (شكل ٣٧) ويطلق على الضلع اح المقابل للزاوية القائمة اسم وتر القائمة ومن خواص هذا المثلث ان حاصل ضرب الوتر فى نفسه يساوى حاصل ضرب أحد ضلعى القائمة فى نفسه مضافا اليه حاصل ضرب الضلع الآخر فى نفسه يعنى أنه اذا كان طول الوتر مساويا لمقدار ٥ أمتار وكان طول أحد ضلعى القائمة وهو اب مساويا لمقدار ٤ م وطول الضلع الآخر وهو بح مساويا لمقدار ٣ أمتار كان حاصل ضرب الوتر فى نفسه مساويا لمقدار ٢٥ مترا وهذا الحاصل يساوى حاصل ضرب الضلع اب فى نفسه أعنى لمقدار ١٦ زائدا لحاصل ضرب الضلع بح فى نفسه وهو ٩ يعنى أن ٢٥ = ١٦ + ٩ وكذلك حاصل ضرب أى ضلع من المثلث القائم الزاوية المذكور فى نفسه يساوى حاصل ضرب الوتر فى نفسه ناقصا

حاصل ضرب الضلع الآخر في نفسه بمعنى أن ١٦ = ٢٥ − ٩

وحاصل ضرب العمود النازل من القائمة على الوتر في نفسه يساوي حاصل ضرب جزئي الوتر في بعضهما (شكل ٣٨) بمعنى أن $\overline{\text{ءح}}^{2} = \text{وح} \times \text{حه}$

وحاصل ضرب أي ضلع في نفسه يساوي حاصل ضرب الوتر بتمامه في جزئه المجاور لهذا الضلع بمعنى أن $\overline{\text{ءو}}^{2} = \text{وه} \times \text{وح}$

والمثلث الحاد الزاوية هو الذي تكون جميع زواياه حادة كالمثلث ءوه (شكل ٣٩) ومن خواصه أن حاصل ضرب الضلع المقابل للزاوية الحادة في نفسه يساوي حاصل ضرب الضلع وه في نفسه زائدا حاصل ضرب الضلع وء في نفسه ناقصا ضعف حاصل ضرب الضلع وه في وح الذي هو مسقط الضلع الآخر على الاول بمعنى أن $\overline{\text{ءه}}^{2} = \overline{\text{وه}}^{2} + \overline{\text{وء}}^{2} - ٢\ \text{وه} \times \text{وح}$ فاذا كانت الاضلاع المذكورة مقدرة بالاعداد فاننا نضع مقاديرها بدلها ونجري عملية الحساب

والمثلث المنفرج الزاوية وهو الذي تكون فيه زاوية منفرجة كالمثلث ابح (شكل ٤٠) ومن خواصه أن يكون حاصل ضرب الضلع المقابل للزاوية المنفرجة في نفسه مساويا لحاصل ضرب أحد الضلعين المحيطين بالزاوية المذكورة في نفسه زائدا حاصل ضرب الضلع الآخر في نفسه زائدا ضعف حاصل ضرب أحد الضلعين في مسقط الضلع الآخر عليه بمعنى أن

$\overline{\text{اح}}^{2} = \overline{\text{اب}}^{2} \times \overline{\text{ءح}}^{2} + ٢\ \text{بح} \times \text{ءب}$

فاذا كانت الاضلاع المذكورة مقدرة بالاطوال أعني بالاعداد فاننا نضع مقاديرها بدلها ونجري عملية الحساب

والزاوية بء (شكل ٤١) الخارجة عن المثلث ابح الحادثة من مد الضلع بح تساوي مجموع الزاويتين الآخرين ا و ح من المثلث المذكور

ومجموع الزوايا ا + ب + ح من أي مثلث كالمثلث ابح يساوي

دائما زاويتين قائمتين

ومساحة المثلث تساوى حاصل ضرب القاعدة فى نصف الارتفاع فاذا فرضنا أن ا ب هى قاعدة المثلث ا ب ح (شكل ٤٢) وكان مقدارها ١٢ مترا وأن ح ء هو ارتفاعه وكان مقداره ٦ أمتار كانت مساحة المثلث عبارة عن ١٢ مترا وهو مقدار قاعدته مضروبا فى نصف ٦ أمتار التى هى مقدار ارتفاعه يعنى أن هذه المساحة تكون عبارة عن ١٢ × ٣ = ٣٦ مترا مربعا

فاذا كانت مقادير الاضلاع الثلاثة معلومة وكان مقدار الارتفاع مجهولا فطريقة ايجاد مساحة المثلث هى أن نجمع مقادير هذه الاضلاع الثلاثة على بعضها ونأخذ نصف الناتج ونعتبره كأنه أول حاصل ثم نطرح منه بالتوالى مقدار كل واحد من الاضلاع الثلاثة فيحصل من ذلك ثلاثة بواق فنضربها فى بعضها وفى الحاصل الاول ثم نأخذ جذر الحاصل فيكون الناتج عبارة عن المساحة المطلوبة مقدرة بالامتار المربعة اذا كان القياس جاريا بالمتر أو بالاذرع المربعة أو القصبات المربعة اذا كان القياس جاريا بالذراع أو بالقصبة ولنوضح ذلك بمثال فنقول

اذا فرضنا أن الضلع ا ب = ٤ أمتار والضلع ب ح = ٣ أمتار والضلع ا ح = ٥ أمتار وجمعنا هذه المقادير الثلاثة على بعضها حدث ١٢ وحيث ان نصف هذا الناتج ٦ هو أول حاصل فاذا طرحنا منه مقادير الأضلاع الثلاثة تحصل ٦ − ٥ = ١ و ٦ − ٤ = ٢ و ٦ − ٣ = ٣ وبضرب ١ × ٢ × ٣ يحدث ٦ وبضرب ٦ × ٦ يتحصل ٣٦ وبأخذ جذر هذا الحاصل ينتج ٦ وهو مقدار مساحة سطح المثلث

بيان الاشكال ذات الاضلاع الاربعة

الاشكال ذات الاضلاع الاربعة هى مستويات محاطة بأربعة خطوط كالسطح المستوى ا ب ح ء (شكل ٤٣) وهذه الاشكال على خمسة أنواع

أحدها المربع وهو الذى تكون أضلاعه متساوية وزواياه قائمة كالشكل ا ب ح ء (شكل ٤٤) ومساحته تساوى حاصل ضرب أحد أضلاعه فى نفسه مرة واحدة مثلا اذا كان طول ضلع المربع مساويا لمقدار ١٢ مترا كانت مساحة سطحه عبارة عن ١٢ × ١٢ = ١٤٤ مترا مربعا

وثانيها المستطيل وهو الذى تكون أضلاعه المجاورة غير متساوية وتكون زواياه قائمة كالشكل ا ب ح ء (شكل ٤٥) ومساحته تساوى حاصل ضرب القاعدة فى الارتفاع مثلا اذا كان طول القاعدة ١٥ مترا وطول الارتفاع ٦ كانت مساحة هذا المستطيل عبارة عن ٦ × ١٥ = ٩٠ مترا مربعا

وثالثها متوازى الاضلاع وهو الذى تكون أضلاعه المتقابلة متوازية ومتساوية كالشكل ا ب ح ء (شكل ٤٦) ومساحته تساوى حاصل ضرب القاعدة فى الارتفاع باعتبار أى ضلع من اضلاعه قاعدة له وملاحظة أن ارتفاعه هو العمود المحصور بين القاعدة والضلع الموازى لها فاذا فرضنا أن القاعدة هى الضلع ب ح وأن مقدارها يساوى ١٥ مترا وان مقدار الارتفاع هـ و الذى هو العمود على القاعدة المذكورة وعلى الضلع ا ء الموازى لها يساوى ٦ أمتار كانت مساحة هذا الشكل عبارة عن ١٥ × ٦ = ٩٠ مترا مربعا

تنبيه اذا كانت الاضلاع فى متوازى الاضلاع كلها متساوية والزوايا كذلك كما فى الشكل ا ب ح ء (شكل ٤٧) كان هذا الشكل معينا

ورابعها شبه المنحرف وهو الذى يكون فيه ضلعان متوازيين فقط كالشكل ا ب ح ء (شكل ٤٨) والضلعان المذكوران هما المبينان بالرمزين ا ء و ب ح وهما القاعدتان والخط هـ و العمودى على هاتين القاعدتين هو ارتفاع الشكل ومساحته تساوى حاصل ضرب نصف مجموع القاعدتين المذكورتين فى الارتفاع فاذا فرضنا أن القاعدة ب ح = ٢٠ مترا وأن

القاعدة ا د = ٦ وأن الارتفاع ﻫ و = ٨ كانت مساحة سطح يشبه المنحرف المذكور عبارة عن $\frac{٢٠+٦}{٢}$ × ٨ او ١٣ × ٨ = ١٠٤ متر مربع فان تعددت أضلاع شكل كالشكل ا ب ح د ﻫ و (شكل ٤٩) وأريد ايجاد مساحته فانه يقسم الى مثلثات بهذه المثابة وهي أن تعتبر النقطة ا كرأس له وترسم اقطاره فيحدث من ذلك أربعة مثلثات فتبحث عن مساحة كل واحد منها على حدته بالطريقة السابقة ثم نضم مقادير مساحات المثلثات المذكورة على بعضها فيكون الحاصل الناتج منها عبارة عن مساحة الشكل المطلوب فاذا تعددت اضلاع الشكل وكانت متساوية فانه يكون شكلا منتظما وتكون مساحته مساوية لمساحة أحد المثلثات التي تكون قواعدها عبارة عن اضلاع الشكل ورؤسها موجودة في مركزه مكررا هذا المثلث بقدر ما في الشكل المذكور من الاضلاع (شكل ٥٠)

وسطح الدائرة هو الذي يكون محاطا بخط منحن جميع نقطه موجودة على ابعاد متساوية من نقطة داخله كالنقطة م التي تسمى مركز السطح مثلا ومساحة الدائرة تساوي حاصل ضرب نصف قطرها في نفسه وفي النسبة الثابتة وهي ٣و١٤ فاذا كان نصف قطر الدائرة مساويا لمقدار ١٠ أمتار وأردنا ايجاد سطحها فاننا نضرب ١٠ امتار في نفسها فيحصل من ذلك ١٠٠ ثم نضرب ١٠٠ × ٣و١٤ فيكون الناتج ٣١٤ مترا مربعا وهو مقدار مساحة سطح الدائرة المطلوب فاذا علمنا سطح الدائرة واردنا ايجاد نصف قطرها فاننا نقسم مقدار سطح الدائرة على النسبة ٣و١٤ ثم نأخذ جذر الناتج فيكون المتحصل من ذلك عبارة عن مقدار نصف القطر فان كان سطح الدائرة عبارة عن ٣١٤ مترا مربعا كما هو مبين فيما سبق وقسمناه على ٣و١٤ كان الناتج ١٠٠ وبأخذ جذر هذا الناتج يحدث ١٠ وهو مقدار نصف القطر المطلوب

ومساحة قطاع الدائرة وهو الجزء المحصور بين نصفي قطرين وقوس تساوي نصف حاصل ضرب طول هذا القوس في نصف القطر

مختصر فى الاقيسة الطوليه

الاقيسة المستعملة فى تعبير الطول هى الذراع البلدى والذراع المعمارى والهندازة البلدى والهندازة الاسلامبولى والمتر والقدم والقصبة

فاما الذراعان البلدى والمعمارى فكلاهما مقسوم الى أربعة وعشرين قسما متساوية كل واحد منها يسمى قيراطا ومن المعلوم ان الذراع البلدى يستعمل فى قياس الاقمشة والحصر والابسطة وما أشبه ذلك وان الذراع المعمارى يستعمل فى العمارات والابنية وفى قياس الاراضى والذراعان المذكوران عبارة عن قضيب من خشب أومن حديد مربع القطع أومستديره وينقسم أحد أوجه هذا القضيب الى أربعة أقسام متساوية بقصد الدلالة على الارباع ووجه الآخر الى ثلاثة أقسام متساوية بقصد الدلالة على الاثلاث وينقسم والوجه الثالث الى قراريط

ومقدار الذراع البلدى يساوى ٥٦ , ٠ بالنسبة للمتر
ومقدار الذراع المعمارى يساوى ٧٥ , ٠ بالنسبة للمتر أيضا
ومقدار ذراع مقياس النيل يساوى ٥٥٥ , ٠م

وأما الهندازة فانها تستعمل على العموم فى تعبير الاقمشة وتنقسم الى أرباع وأثلاث أيضا ومقدار الهندازة البلدى يساوى ٦٥ , ٠م ومقدار الهندازة الاسلامبولى يساوى ٦٧, ٠م وتصنع الهندازة فى العادة من المعدن أومن الخشب

وأما المتر فانه يصنع عادة من المعدن وقد صار تقسيمه الى عشرة أجزاء متساوية كل واحد منها يسمى عشرا وتقسيم هذا العشر الى عشرة أجزاء متساوية كل واحد منها يسمى عشر العشر من المتر وتقسيم عشر العشر الى عشرة أجزاء متساوية كل واحد منها يسمى عشر عشر العشر والمهندسون يطلقون على

العشر اسم دسيمتر وعلى عشر العشر اسم سنتيمتر وعلى عشر عشر العشر اسم ميليمتر

وأما القدم الفرنساوى فانه يساوى ثلث متر تقريبا وينقسم الى ١٢ جزأ متساوية كل واحد منها يسمى أصبعا وكل اصبع ينقسم الى ١٢ جزأ متساوية كل واحد منها يسمى خطا

وأما القدم الانكليزى فانه ينقسم الى أصابع وخطوط ونقط كالقدم الفرنساوى ومقداره بالنسبة الى المتر يساوى ٣٠ و ٠ م تقريبا وهو ثلث البرده التى مقدارها بالنسبة الى المتر ٩١٤ و ٠ م

وأما القصبة وهى المستعملة عند المساحين فى قياس الارض بالديار المصرية فهى عبارة عن غابة أو بوصة فارسية معتدلة بقدر الامكان ومقدار هذه القصبة بالنسبة الى المتر يساوى ٥٥ و ٣ بما فى ذلك من نصف الكعبين أعنى نصف قطرى الطرفين وتنقسم الى أربعة وعشرين جزأ كل واحد منها يسمى قيراطا وهى مساوية بالنسبة الى الذراع المعمارى لمقدار من الاذرعة يساوى ٤,٧٣

بيان بعض مقاييس سطحية

القدم الفرنساوى المربع يساوى	١٠٥٥ و ٠ مم
والقدم الانكليزى المربع يساوى	٠٩ و ٠ مم
والذراع المعمارى المربع يساوى	٥٦٢٥ و ٠ مم
والقصبة المربعة تساوى بالمتر المربع	٦٠ و ١٢ مم
وهذه القصبة المربعة تساوى بالذراع المربع	٤٠ و ٢٢
والفدان المصرى الميرى يساوى	٣٣ و ٣٣٣

قصبة مربعة = ٤٢٠٠ مم تقريبا = ٦ و ٧٤٦٦ ذراعا مربعا

بيان

بيان اقيسة المسافات

الميل الانكليزى يساوى	١٦٠٩و٣م
والفرسخ السلطانى الاسلامبولى يساوى	٧٠٦٦و٠
والفرسخ المعتاد الاسلامبولى يساوى	٥٥٩٦و٠
والفرسخ المتوسط الفرنساوى يساوى	٣٨٩٨و٠
والفرسخ الفرنساوى المساوى $\frac{١}{٢٠}$ من الدرجة الارضية يساوى	٥٥٥٥و٥
والفرسخ الفرنساوى المساوى $\frac{١}{٢٥}$ من الدرجة الارضية يساوى	٤٤٤٤و٤
والميل البحرى الفرنساوى يساوى	١٨٣١و٠
والميل العربى القديم يساوى	١٩٢٠و٠
والميل المصرى القديم يساوى	١٦٢٠و٠
والميل المأمونى يساوى	٢١٦٠و٠
والميل العربى الجديد يساوى	١٩٦٤و٠
والميل البحرى الاسلامبولى يساوى	١٢٨٨و٠
والميل الميرى الاسلامبولى يساوى	١٦٦٩و٠

بيان الآلات اللازمة لاجراء العمليات

من المعلوم انه يوجد كثير من الآلات لاجراء العمليات اللازمة على الارض والعمليات الرسمية لكن لما كان أغلب هذه الآلات صعب الاستعمال وكان يترتب على حملها وحفظها تعب ومشقة وكانت تحتاج فى اجراء العمل بها الى كثير من الممارسة والتعود اقتضى الحال أن لا نذكر منها هنا غير الآلات البسيطة التى يمكن الحصول عليها فى أى وقت ويتأتى بواسطتها للضباط الوصول بأسهل طريقة الى اجراء أعمالهم وتجهيز أشغالهم وهذه الآلات هى المستعملة فى اجراء العمليات الارضية وفى الرسم على الورق ولنتكلم على هذين النوعين بالترتيب فنقول

بيان الآلات المستعملة فى اجراء العمليات الارضية

بيان الشاخص

من هذه الآلات الشاخص وهو عصا أو مزراق من الخشب فى طرفه الاسفل ركيزمن الحديد به يسهل غرزه فى الارض وفى طرفه الاعلى لوح مستدير من الصفيح أو من النحاس ونحو ذلك فائدته أن هذا الشاخص يكون مشاهدا ظاهرا للراصد على بعد ويمكن استعواض الشواخص عند الضرورة والاحتياج بجريد النخيل او بفروع الشجر أو بقطع من الخشب اوباشخاص وطول الشاخص يختلف من ٥٠ و ١ م الى ٣ م وتستعمل الشواخص فى رسم الحذاء على الارض وفى الاتجاهات وما اشبه ذلك

بيان الحبل

ومن الآلات المذكورة الحبل ويستعمل فى قياس الاطوال ومقدار طوله يختلف من عشرة أمتار الى عشرين مترا وتوضع عليه علامات للدلالة على وحدة القياس ونقطة الوسط و ينبغى أن تكون الارباع مميزة بعلامات دالة عليها وهذا الحبل يستعمل أيضا فى اقامة الاعمدة ورسم الموازيات والزوايا على الارض و يكون غليظا بقدر ابهام اليد ويجب الاحتراز التام عند اجراء العمل به من حصول البلل له لانه يترتب على ذلك وقوع الخلل فى العمل والاولى ان تصنع الحبال من مادة تكون قليلة التمدد وهذه الحبال تستعمل فى العمل بدل الجنزير الحديد الذى يستعمله المهندسون فى القياس عادة لكن ان وجد الجنزير والحبل معا فالاوفق استعمال الجنزير فى اجراء عملية القياس وترجيحه فى العمل عليه

بيان الاوتاد

ومنها الاوتاد وهى قطع تصنع من أي نوع من الخشب وتستعمل لبيان النقط التي يقتضي الحال حفظها مدة العمل وسمك الواحد من هذه الاوتاد وطوله يكونان بحسب ارادة المستعمل لها

بيان اللوح

ومنها اللوح وهو سطح من خشب شكله مربع او مستطيل وطول أحد اضلاعه يختلف من ثلث متر الى نصف متر وفائدته انهم يلصقون الورق عليه فى الرسم و يصنع على وجه بحيث يمكن تركيبه على ثلاثة أرجل متكونة من ثلاث قطع من الخشب مجتمعة من أعلاها بقطعة خشب مستديرة وهذا اللوح يستعمل فى أخذ صورة أى قطعة من الارض بالسهولة والضبط الكلى كما سيأتى بيان ذلك فى محله و يمكن استعواضه بقوى يصنع من الورق

بيان آلة الاعمدة

ومنها آلة الاعمدة وهى عبارة عن علبة مستديرة سطحها مشتمل على أربعة ثقوب مستطيلة كل اثنين منها يوجدان فى اتجاه عمودى على الاتجاه المار بالثقبين الآخرين وهذه الآلة المصنوعة من النحاس توضع عند العمل على قطعة من الخشب أو على أرجل وتستعمل على الارض فى اقامة الاعمدة وفى أخذ صور الاراضى كما سيأتى بيان ذلك ويمكن استعواضها بمسطرتين متعامدتين أو بقطعة من الخشب فى أعلاها أربعة مسامير كل اثنين منها يوجدان اتجاها عموديا على اتجاه الاثنين الآخرين

بيان بيت الابره

ومنها بيت الابره وهى عبارة عن علبة مستطيلة داخلها ابرة مغناطيسية

متحركة فوق محور ثابت فى مركز العلبة التى يوجد فى أرضيتها وفى جهة طرفيها قوسان من دائرة منقسمان الى درج والى اجزاء من الدرجة لاجل الدلالة على عدد درج الانحراف وهذه الآلة تستعمل فى أخذ اتجاهات الخطوط والسكك وتدل على أوضاع الاشياء الارضية بالنسبة الى جهات الدنيا الاربع وهى الشرق والغرب والشمال والجنوب وتكون فى استعمالها متجهة دائما الى جهة واحدة تعرف بالقطب

بيان الآلات والاشياء المستعملة فى الرسم على الورق)

بيان استعمال الدبابيس

الدبابيس وهو نوع من الابر تستعمل فى بيان النقط التى يكون العمل جاريا فيها ويكون استعمالها بهذه المثابة وهى أن تغرز فى تلك النقط بالدق على رأسها دقا خفيفا ويلزم لاجل عدم تلف الورق ان تكون هذه الدبابيس رفيعة وأن يوضع على رأس كل واحد منها قطعة من الشمع المعروف بالاسكندرانى ليسهل بذلك دقه فى الورق واخراجه منه عند الاقتضاء

بيان استعمال أقلام الرصاص

أقلام الرصاص كثيرة الاستعمال فى الكتابة والرسم وهى متعددة الانواع من جهة اليبوسية واللين ولكل نوع منها استعمال مخصوص ويجب على الضابط أن يكون عنده أقلام من جميع هذه الانواع

بيان استعمال الجوملستك

الجوملستك يستعمل فى مسح الخطوط المرسومة على الورق وهو مركب من مادة سوداء مرنة صمغية رؤيتها تغنى عن شرحها وحيث انها تسيح من الحرارة

فينبغى قبل استعمالها تجربتها على ورق برانى حتى لا يحصل منها تلف للرسم ويوجد نوع آخر أبيض يستعمل لمسح الحبر من الورق

بيان فائدة استعمال أطباق الرسم

فائدة استعمال أطباق الرسم الصغيرة هى انهم يذوبون بها الالوان اللازمة للرسوم والاطباق المذكورة متعددة الانواع

بيان ريش الرسم

يجب أن تكون الريشة المستعمله فى الرسم رفيعة جدا وان لا تنفرطح فلقتاها أو شعبتاها كثيرا بالاتكاء عليها وأن يكون قطعها عموديا على اتجاه وسطها ومن هذا الريش ماهو من المعدن ويباع فى التجارة ومنها ماهو من ريش الدجاج والغربان وهذا النوع يبرى كالاقلام المعتادة بكيفية مخصوصة

بيان استعمال غراء الفم

غراء الفم يستعمل فى لصق ورق الرسم على اللوح وهو فى التجارة على أنواع أجودها الخالى عن الرائحة وهو أصفر شفاف كهرمانى اللون حلو الطعم يباع بالقالب فان تعذر وجود الغراء المذكور استعملوا غراء النجارين بعد وضع قليل من الماء عليه وتسخينه على النار ثم تجرى به عملية لصق ورق الرسم بواسطة استعمال فرشة ويؤخذ فى كثير من الاحوال نشاء القمح ويمزج بالماء ويوضع فى آنية على النار ويصير تقليبه حتى يكون كالعصيدة الرقيقة المعروفة أيضا بالرهيفة

بيان كيفية لصق الورق

ينبغى فى عملية لصق الورق أن نبل فى مبدأ الامر الفرخ من أحد سطوحه بسفنجة ونترك فى دائره بلا بلل جزأ مقدار عرضه سنتيمتر واحد ونصف سنتيمتر ثم نطبق سطح فرخ الورق على اللوح بحيث يكون الوجه المبلل فى جهة

الداخل وتكون أحرفه موازية لاحرف اللوح ونشده شدا خفيفا من جهاته الاربع حتى لايكون فيه انكماش كبير في الوسط ولا في الاطراف ونبل أطرافه من أعلاه فقط لاجل سهولة تبيين عملية الرسم ونلصق زواياه الاربع حتى لايتحول عن وضعه و بعد ذلك نطبق المسطرة على حرف متباعد بمقدار سنتيمتر واحد ونبل الغراء بريق الفم حتى يصير لزجا لزوجة كافية ونضعها بين اللوح والورق ونحركها باليد مرارا متعددة على الجزء المتروك من الورق مع الاتكاء على المسطرة ومتى تحققنا أن اللزوجة تعلقت بسطح الورق تتكئ بالمسطرة عليه حتى يلتصق بسطح اللوح والاولى ان نرفع المسطرة ونضع شريطا من الورق فوق الحرف المغرى ونحكه مرارا عديدة بظفر ابهام اليد فان لم يكن الظفر كافيا في ذلك فبنصاب المطوى يجرى مايقتضي اجراؤه في هذا الخصوص ولاجل الحصول على النجاح يلزم ان تكون العملية جارية بالسرعة وأن تلصق الاحرف حرفا بعد حرف أعنى أنه متى تم لصق أحد الاحرف يبتدأ بلصق حرف آخر ويجب أن يكون الغراء دائما مبلولا وان يحك به تحت الورق المرة بعد المرة حتى يلتصق الفرخ بالسهوله وعند انتهاء عملية اللصق ينبغى تمشية السفنجة بعيدا عن الاحرف الملصوقة لاجل ازالة الاوساخ والاثر به وبعد ذلك نركن اللوح الى الحائط في ظله بحيث يكون الخشب مقابلا للخارج ونتركه على هذه الحالة حتى يجف وتصير فيه قابلية وصلاحية للرسم عليه فان اقتضت الضرورة استعمال غراء النجارين لزم ان يبل الورق بالمثابة السابقة ويوضع الغراء بالفرشة على أطرافه من جهة اللوح وتجرى عملية اللصق بالكيفية المتقدمة و بمثل ذلك يصير الملصق بالنشاء ومع عدم وجود الغراء أو النشاء يثبت فرخ الورق على اللوح بواسطة مسامير صغيرة أو ببرشام وفي هذه الحالة لاينبغى ان يبل بالماء

ويستعمل النشاء المذكور في عمل المقوات بهذه المثابة وهى ان يلصق فرخ ورق على أى سطح مستو بالكيفية المتقدمة فاذا كان النشاء قليل اليبوسة فانه

يقتضى ان توضع به السفنجة و يصير غشيتها على جميع سطح الورق الملصوق بعد جفافه و بعد ذلك يوضع فوق هذا الفرخ فرخ آخر بطريق التساوى و يلصق به بواسطة الاتكاء عليه بقطعة من القماش أو بمنديل وبعد جفافه يلصق فرخ آخر وتتوالى عملية لصق الافرخ فوق بعضها الى ان يحصل السمك المرغوب للمقوى و بعد ذلك يصير قطعها بالانتظام على القياس المطلوب

بيان المساطر

المساطر نوعان مستطيلية ومثلثية

بيان المساطر المستطيلية

فاما المساطر المستطيلية فهى قطع من خشب سطوحها مستطيلية واحرفها خطوط تامة الاستقامة وطولها يتغير من ثلث متر الى متر كامل وعرضها يختلف من ستة سنتيمترات الى ثمانية وهذا العرض قد يزيد على ذلك المقدار وقد ينقص عنه وسمكها يساوى من ميليمترين الى ثلاثة ميليمترات وقد تكون أحرف المساطر المذكورة ملبسة بالنحاس او بالحديد بقصد زيادة متانتها

بيان المساطر المثلثية

وأما المساطر المثلثية فهى قطع من خشب اثنان من سطوحها مثلثان قائما الزاوية وهذان السطحان هما اللذان يحصل الاتكاء عليهما فوق الورق بخلاف باقى سطوحها فهى مستطيلية وهى اما كبيرة واما صغيرة وهى فى السمك كالمساطر المستطيلية

تنبيه المساطر المذكورة تصنع اما من خشب الجوز واما من خشب الكمثرى أو الابنوس او من نوع آخر من الخشب وهناك بعض مساطر مصنوعة من المعدن وهى جيدة موافقة لاسيما فى السفر

بيان كيفية التحقق من ضبط المساطر المستطيلية

يلزم للتحقق من ضبط هذه المساطر أن نرسم فوق الورق خطا على استقامة احد حروفها ثم ندير المسطرة طرفا بطرف ونطبق حرفها المذكور على ذلك الخط الذى رسمناه على الورق فان انطبق عليه كمال الانطباق كانت المسطرة مضبوطة والا فهى غير مضبوطة وبمثل هذا يصير التحقق من ضبط باقى أحرف المسطرة وبالجملة فيجب فى أى حالة أن يكون سطح المسطرة منطبقا كمال الانطباق على الورق من غير حصول اتكاء عليه باليد اذ بدون ذلك لا تكون سطوح تلك المساطر مستوية

بيان كيفية التحقق من ضبط المساطر المثلثية

يلزم للتحقق من ضبط المساطر المثلثية استعمال الكيفية الموضحة فى التحقق من ضبط المساطر المستطيلية من جهة الاحرف وأما التحقق من ضبط زواياها فيجب فيه ان نرسم مستقيما غير محدود كالمستقيم م د (شكل ٥٢) ونطبق أحد ضلعى الزاوية القائمة وهو ا ب على استقامة الخط م د ونرسم على الضلع الآخر من الزاوية المذكورة وهو ب ح خطا كالخط ب هـ ثم نقلب المثلث الى جهة د بحيث يكون الضلع ا ب منطبقا على ب ء ونرسم على الحرف الثانى من المثلث خطا فان انطبق الخطان المرسومان على بعضهما كان المثلث قائم الزاوية ويلزم ان نصنع فى المثلث ثقبا مستديرا لاجل سهولة تحريكه

بيان علب الرسم

التى منها ما هو صغير ومنها ما هو كبير

يوجد فى داخل كل واحدة من هذه العلب براجل متنوعة من المعدن منها

هو

ماهو خاص فى استعماله بالقياس ومنها ماهو مستعمل فى رسم الدوائر والاقواس فاما البراجل الخاصة فى الاستعمال بالقياس فاطرافها متصلة وأما البراجل المستعملة فى رسم الدوائر والاقواس فان اطرافها تنفصل عنها وتوضع بدلها قطع صغيرة تعرف عند ارباب هذا الفن بالتلابيس وهى على نوعين أحدهما تلابيس الرصاص ومنها الكبير والصغير وثانيهما تلابيس الحبر ومنها الكبير والصغير أيضا والعلب المذكورة تشمل زيادة عن ذلك على اشياء أخرى منها أقلام الجداول المستعملة لمد خطوط الحبر ومنها الوصلة المستعملة فى رسم الاقواس الكبيرة ومنها المفتاح المستعمل فى فتح البراجل وقفلها ومنها الرق المشكل بشكل نصف دائرة أو بشكل مستطيل وهو منقسم الى ١٨٠ درجة كل واحدة منها منقسمة الى اجزاء من الدرجة وقد يصنع الرق المذكور تارة من المعدن وتارة من مادة شفافة تكون فى العادة من عظام القرون ومنها المسطرة التى طولها ٠،٣٠ م وهذه المسطرة تنقسم الى ميليمترات وتستعمل مقياسا للرسم وتصنع تارة من المعدن وتارة من العاج أو من العظم أو من الخشب

بيان استعمال الادوات المذكورة فى الرسم

المساطر كلها تستعمل فى رسم الخطوط على الورق فان كان الخط الذى يراد رسمه طويلا فتستعمل فى رسمه المسطرة المستطيلية وان كان صغيرا فتستعمل فى رسمه المسطرة المثلثية وطريقة استعمال هذه المساطر فى الرسم واحدة وهى أن نطبق أحد الاسطحة الكبيرة على الورق ونتكئ على المسطرة باليد اليسرى حتى لا تتزلق وتكون اصابع اليد عند ذلك منفصلة عن بعضها فى العادة وتكون أطرافها موازية لحرف المسطرة تقريبا

فاذا أردنا رسم خط عمودى على خط آخر م د فاننا نطبق حرف المسطرة الكبيرة أو حرف أحد المثلثين على هذا الخط ونطبق أحد أضلاع الزاوية

القائمة وهو م ى من المثلث الآخر م د ه على حرف المسطرة الاولى وتتكئ بالابهام والخنصر على المسطرة الاولى المذكورة (شكل ٥٣) فوق الخط وتتكئ بالاصابع الثلاثة الاخرى على المثلث م د ه ثم نرسم العمود د ه باليد اليمنى على حرف المثلث بقلم الرصاص .

واذا أردنا رسم خط عمودى يكون مارا بنقطة معلومة كالنقطة ه فاننا نحرك المثلث الى أن يصير حرفه د ه مارا بالنقطة ه ثم نرسم الخط المطلوب بالمثابة السابقة فان كانت النقطة ه بعيدة وكان حرف المثلث المبين بالرمز د ه لايمر بها فاننا نضع المثلثين متعاكسين على الورق بحيث يكون وتر قائمة احدهما ينطبق على وتر قائمة الآخر ونطبق أحد أضلاع زاويته القائمة على الخط المفروض فتكون الزاوية القائمة من المثلث الآخر بعيدة عن الخط وفى هذا الوضع تتكئ بالابهام والخنصر على المثلث ب ح د ثم نحرك المثلث ا ب ح بأحد أصابع اليد اليمنى فى جهة النقطة ه الى أن تقرب النقطة ب التى هى نهاية ضلع القائمة من النقطة ح وتثبت المثلث الاعلى المذكور ونحرك المثلث الاسفل ب ح د الى ان ينطبق بالكيفية التى انطبق بها هذا المثلث الاعلى فاذا ظهر أن النقطة المذكورة صارت قريبة فاننا نترك المثلث الاعلى ثابتا ونرفع المثلث الاسفل ونطبق ضلع القائمة الاصغر على الخط ا ح ونحرك المثلث الى أن يمر ضلع القائمة الكبير بالنقطة ه المفروضة ونرسم الخط على هذا الحد فيكون هو العمود المطلوب رسمه (شكل ٥٤)

واذا أردنا رسم خط موازٍ لخط معلوم فاننا نضع المثلثين متعاكسين على الورق كما تقدم بحيث يكون ضلع أحدهما منطبقا على الخط المفروض ثم نحرك المثلث الاعلى بالمثابة السابقة الى أن يصير ضلعه ح د مارا بالنقطة د فالضلع الاصغر للقائمة برسم خطوطا موازية للخط المفروض حال تحركه ونرسم الخط ح د بالجملة فنمده بالرصاص (شكل ٥٥)

فاذا أردنا رسم خط موازلخط مفروض من نقطة مفروضة فاننا نضع المثلثين على الورق بالمثابة المتقدمة ثم نحرك المثلث الاعلى الى ان يصير ضلع الزاوية القائمة مارا بالنقطة المفروضة ونرسم الخط المطلوب فان كان المثلث الاعلى لايمر عند تحريكه بالنقطة المذكورة فاننا نحرك المثلث الاسفل الى أن يتساوى المثلثان ونحرك المثلث الاعلى الى أن يمر بتلك النقطة وهلم جرا

بيان استعمال البرجل فى عملية الرسم

البرجل يستعمل بالرسم فى قياس طول مستقيم وفى معرفة مقداره بالنسبة للقياس المستعمل فى هذا الرسم وفى تقسيم الخط الى أقسام متساوية اومتناسبة وفى رسم الخطوط المتوازية وفى اقامة الاعمدة ورسم الاقواس والدوائر والزوايا وطريقة تقسيم خط من الخطوط الى اقسام متساوية هى ان تنظر قواسم العدد الذى يراد قسمته اليها ويقسم هذا الخط اليها وبعد ذلك نقسم كل واحد من القواسم المذكورة الى عدد الآحاد الداخلة فيه مثلا اذا كان المطلوب تقسيم الخط الى ستة أقسام (شكل ٥٦) نقول ان قواسم هذا العدد هى ٢ و ٣ وبهذه المثابة نقسم الدوائر وباقى المنحنيات بمعنى اننا نستعمل فى تقسيمها طريقة كالطريقة المستعملة فى تقسيم الخط المستقيم فان كانت القسمة مقصورة على قسمين فنقسم كل واحد منهما الى قسمين وهلم جرا وطريقة التقسيم هى ان نفتح البرجل فتحة تكون مساوية لمقدار طول احد الاقسام المطلوبة تقريبا ثم نكررها على الخط الذى يراد تقسيمه بهذه الكيفية وهى ان نضع ابرة أحد طرفى هذا البرجل فى مبدأ هذا الخط ونتكئ عليه بابرة طرفه الآخر اتكاء خفيفا بحيث لاينشأ عن ذلك تخريق الورق ثم نركز عليها وندور الرجل الاولى من البرجل الى أن نركز طرفها على الخط المذكور فنتكئ عليها ونأتى عـلى هذا الخط بالثانية وهكذا ومتى وقعت نهاية القسم الاخير على نهاية الخط كانت الفتحة المذكورة عبارة عن طول

القسم المطلوب وحينئذ ينبغي ان نكررها على الخط ونعلم على نقط الارتكاز تعليما خفيفا بقلم الرصاص فان لم تقع نهاية القسم الاخير على نهاية الخط فاننا نصغر الفتحة او نكبرها على حسب ما يظهر لنا من العملية الاولى الى ان تقع نهاية القسم الاخير على نهاية الخط

وتنقسم الاقواس أيضا كالخطوط الى اقسام متساوية مثلا لاجل تقسيم زاوية معلومة الى قسمين متساويين نعتبر رأس هذه الزاوية مركزا ونرسم القوس ده (شكل ٥٧) بنصف قطر حيثما اتفق فيقطع ضلعي الزاوية في النقطتين د و ه ونقسم القوس المذكور الى قسمين متساويين في النقطة م فان وصلنا بينها وبين رأس الزاوية بالخط ام كان هذا الخط هو المعروف بالخط المنصف وتكون الزاوية م اه نصف الزاوية ه اد وعلى ذلك اما أن نقسم الزاوية هكذا واما ان نفتح البرجل فتحة أكبر من نصف الوتر ده ونرسم قوسين يتقاطعان في النقطة مَ فان وصلنا بينها وبين النقطة ا التي هي رأس الزاوية بخط كان هذا الخط هو المنصف للزاوية المذكورة وهناك طريقة أخرى لتنصيف الزاوية هي ان ننزل من رأسها عمودا على وتر القوس ده فيكون هو الخط المنصف لها

وتوجد طريقة أخرى لتنصيف الزاوية أيضا هي ان نمد أحد أضلاعها دح بمقدار حا مثلا ونأخذ قدره حب على الضلع حع ونصل اب ونرسم من النقطة ح وهي رأس الزاوية التي يراد تنصيفها خطا يكون موازيا للخط اب وليكن حم فيكون هذا الخط هو المنصف لتلك الزاوية.

(شكل ٥٨)

وتوجد لاقامة العمود بواسطة البرجل على خط مفروض من نقطة معلومة حالتان هما اما ان تكون النقطة المعلومة موجودة على الخط واما أن تكون خارجة عنه

الحالة الاولى

اذا كانت النقطة ب المعلومة موجودة على الخط المفروض فاننا نأخذ فتحتين متساويتين بالبرجل كالفتحتين به و بو ونجعل سن هذا البرجل فى النقطة ه ونفتحه فتحة أكبر من هب ونرسم بتلبيسة الرصاص الموجودة فى الطرف الآخر من البرجل المذكور قوسا صغيرا كالقوس ع ح ثم نركز فى النقطة و بدون ان نغير الفتحة المذكورة ونرسم قوسا كالقوس عَ حَ ونعلم على نقطة التقاطع م ونصل بينها وبين النقطة ب بالخط بم فيكون هذا الخط هو العمود المطلوب (شكل ٥٩)

واذا كانت تلك النقطة المعلومة موجودة على منتصف الخط كالنقطة ه مثلا فاننا نجعل نهايتى هذا الخط وهما ا و ب مركزين ونفتح البرجل فتحة أكبر من نصف الخط اب ونرسم فوق هذا الخط قوسين وتحته قوسين ونصل بين نقطتى تقاطع الاقواس المذكورة وهما م و ح بخط مستقيم فيكون هذا الخط هو العمود المطلوب (شكل ٦٠)

واذا كانت النقطة المذكورة موضوعة على نهاية الخط كالنقطة ب الموضوعة على نهاية الخط بد مثلا فاننا نركز فى نقطة حيثما اتفقت فوق هذا الخط او تحته بحسب الجهة التى يراد اقامة العمود فيها ونفتح البرجل بقدر البعد اب ثم ندوره حول النقطة ا مع الارتكاز عليه فى هذه النقطة ونرسم بتلبيسة الرصاص قوسا كالقوس دبح يكون قاطعا الخط المفروض فى النقطة د ثم نصل الخط داخ ونمده على استقامته حتى يقطع القوس المرسوم فى النقطة ح ونصل المستقيم حب فيكون هو العمود المطلوب (شكل ٦١)

الحالة الثانية

اذا كانت النقطة المعلومة موضوعة خارج الخط فاننا نأخذ بالبرجل فتحة

حيثما اتفقت كالفتحة ب ح (شكل ٦٢) ونجعل النقطة ب مركزا ونرسم بالفتحة المذكورة القوس حء ثم نأخذ من القوس المذكور بالابتداء من النقطة ا بقدر فتحة البرجل بعدين متساويين كالبعدين اح و حء ونعتبر النقطتين ء و ح مركزين ونرسم بدون ان نغير فتحة البرجل قوسين يتقاطعان فى النقطة م ثم نصل بين النقطتين م و ب بالخط م ب فيكون هو العمود المطلوب

وهنالك أيضا طريقة أخرى فى ذلك هى أن نأخذ بالبرجل فتحة حيثما اتفقت كالفتحة ب ح ونجعل النقطة ب المعلومة مركزا ونرسم بهذه الفتحة القوس ح ء = ب ح ونصل الخط حء ونمده فى جهة ه ونقطع عليه البعد ءه بقدر ءح ونصل بين النقطتين ه و ب بالخط ه ب فيكون هذا الخط هو العمود المطلوب (شكل ٦٣)

واذا كان المطلوب رسم خط مواز للخط ا ب من النقطة ح المعلومة فاننا نصل الخط ح ب بالمسطرة ونعتبر النقطة ب مركزا ونرسم بنصف القطر ح ب القوس ح ا ثم نعتبر أيضا النقطة ح مركزا ونرسم بدون ان نغير فتحة البرجل القوس ب ء ونقطع منه بقدر القوس ح ا ونصل الخط ح ء فيكون هو الخط الموازى المطلوب (شكل ٦٤)

واذا علم خط مستقيم كالخط ا ب وزاوية كالزاوية ب واريد رسم زاوية من النقطة ب على الخط المعلوم تكون مساوية لهذه الزاوية تجعل النقطة ب التى هى رأس الزاوية المذكورة مركزا و بفتحة للبرجل حيثما اتفقت برسم القوس ح ء ثم نجعل النقطة ب من الخط المذكور مركزا ونرسم بدون ان نتغير فتحة البرجل القوس هو ويؤخذ منه القوس ه م بالابتداء من النقطة ه مساويا للقوس حء ثم يوصل

الخط م ب فتكون الزاوية الحادثة من ذلك هى الزاوية المطلوبة (شكل ٦٥)

تنبيه لاجل رسم الاقواس والدوائر نفتح البرجل بقدر نصف القطر المطلوب ونركز فى النقطة المعتبرة مركزاً أو فى المركز ان كان معلوماً ونرسم القوس او الدائرة التى يراد رسمها فاذا أردنا تعيين مركز دائرة فاننا نرسم فيها وترين يتقاطعان فى نقطة معلومة على المحيط ونقيم عمودين على منتصفى هذين الوترين ونمدهما الى أن يتقاطعا داخل الدائرة فتكون نقطة تقاطعهما مركز الدائرة المطلوب تعيينه (شكل ٦٦)

طريقة رسم قطعة دائرة على خط مستقيم محد

جميع الزوايا المرسومة فيها مساوية لزاوية معلومة

اذا أردنا رسم قطعة دائرة على خط مستقيم كالخط ا ب تكون جميع الزوايا المرسومة فيها مساوية لزاوية معلومة نرسم على هذا الخط فى أحد طرفيه زاوية كالزاوية و ب ا المساوية للزاوية م المعلومة ونقيم على و ب العمود ب ح بالطرق المتقدمة فى اقامة الاعمدة ونقيم أيضاً على منتصف ا ب العمود د ح ونعلم على النقطة ح التى هى نقطة تقاطع العمودين المذكورين ونعتبرها مركزاً و بنصف قطر يساوى ب ح نرسم دائرة فتحدد بالخط و ب وبالخط الآخر قطعة الدائرة اك ب المطلوبة لأن جميع الزوايا المرسومة داخلها كالزاويتين ا ر ب و ا ك ب مساوية للزاوية المعلومة (شكل ٦٧)

طريقة رسم المثلثات

اذا علمنا الاضلاع الثلاثة ا و ب و ح من مثلث وأردنا رسمه نرسم خطا

بحيثما اتفق كالخط ءه المأخوذ بقدر الضلع ا ثم نعتبر النقطة ه مركزا ونرسم القوس ء م بفتحة للبرجل مساوية للضلع ب ونعتبر أيضا النقطة ء مركزا ونرسم القوس ه ع بفتحة للبرجل مساوية للضلع ح فيتقاطع القوسان المذكوران فى النقطة ل وبوصل الخطين ل ء و ل ه يكون الشكل الحادث هو المثلث المطلوب رسمه (شكل ٦٨) فاذا كانت أضلاع هذا المثلث متساوية فانه يكفى رسمه بفتحة واحدة للبرجل مساوية لاحد الاضلاع

واذا علم لنا ضلعين من مثلث كالضلعين ا و ب والزاوية ء الواقعة بينهما واردنا رسمه فاننا نرسم خطا حيثما اتفق كالخط ء ه المأخوذ بقدر الضلع ا ثم نعتبر النقطة ء التى هى رأس الزاوية المذكورة مركزا وبفتحة للبرجل حيثما اتفقت نرسم القوس و ح بين ضلعى هذه الزاوية ثم نعتبر النقطة ه مركزا ونرسم بدون أن تتغير فتحة البرجل القوس ل سه ونقطع منه جزأ ل ى بقدر و ح ثم نصل الخط ى ه ونمده على استقامته ونقطع منه جزء كالجزء ه ك بقدر الضلع ب المعلوم ونصل الخط ء ك فيكون الشكل ك ء ه هو المثلث المطلوب (شكل ٦٩)

واذا علم لنا من مثلث الضلع ا والزاويتين ب و ء واردنا رسمه فاننا نرسم خطا حيثما اتفق كالخط وه المأخوذ بقدر الضلع ا المعلوم ثم نرسم من النقطة ه زاوية مساوية للزاوية ب ونرسم من النقطة و زاوية مساوية للزاوية ء بالمثابة السابقة فيكون الشكل ح و ه الحادث هو المثلث المطلوب (شكل ٧٠)

واذا أردنا رسم مثلث متساوى الاضلاع داخل دائرة فاننا نفتح البرجل فتحة بقدر نصف القطر المقدر لها ونضعها على المحيط ٦ مرات ثم نمر التقاسيم المذكورة بالنمر ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ ونصل بين الاعداد الفردية

بخطوط

بخطوط فيحصل من ذلك شكل هو المثلث المطلوب رسمه داخل الدائرة (شكل ٧١)

فان كان أحد رؤس المثلث موجودا على المحيط ومعلوما فاننا نعتبر هذا الرأس كنقطة الابتداء ونجرى عملية الرسم بالطريقة السابقه

واذا كان مقدار نصف قطر الدائرة معلوما بأن كان مساويا لعشرة أمتار مثلا وأردنا معرفة مقدار ضلع المثلث المتساوى الاضلاع المرسوم داخل الدائرة فاننا نضرب نصف القطر المذكور فى نفسه وفى ٣ فيكون حاصل الضرب عبارة عن ٣٠٠ متر ثم نأخذ جذر هذا العدد فيحصل ٣ و ١٧ متر وحينئذ يكون هذا الجذر هو مقدار ضلع المثلث المطلوب

طريقة رسم الاشكال ذات الاضلاع الاربعة

طريقة رسم المربع

اذا علمنا مقدار أحد أضلاع المربع وأردنا رسمه فاننا نقيم من النقطتين د و هـ اللتين هما عبارة عن نهايتى الضلع المذكور الخطين د ح و هـ ع عمودين على هذا الضلع ونأخذ كل واحد منهما مساويا للضلع ا المعلوم ثم نصل بين النقطتين ح و ع بالخط ح ع فيكون الشكل د هـ ع ح هو المربع المطلوب رسمه (شكل ٧٢)

ملحوظة النسبة بين ضلع المربع وقطره هى كالنسبة بين العددين ٧ و ١٠ تقريبا

طريقة أخرى فى رسم المربع

اذا كان الضلع د هـ هو الضلع المعلوم من المربع وأردنا رسمه فاننا نعتبر النقطة د مركزا ونفتح البرجل فتحة بقدر الضلع المذكور ونرسم

القوس هـ ل لَ ونعتبر أيضا النقطة هـ مركزا ونرسم بدون أن نغير الفتحة المذكورة القوس ى لَ فيتقاطع القوسان فى النقطة و فنجعل هذه النقطة مركزا وببعد مساو لنصف ى و أو و هـ نرسم قوسا فيقطع القوس هـ ل فى النقطة د والقوس ى لَ فى النقطة دَ ثم نصل ى د و هـ دَ و د دَ فيكون الشكل ى د هـ دَ هو المربع المطلوب (شكل ٧٣)

واذا علمنا القطر ب ح من المربع وأردنا رسمه فاننا نقسم هذا القطر الى قسمين متساويين من النقطة هـ ونقيم عليه عمودا من هذه النقطة ونمد هذا العمود من الجهتين ونأخذ عليه بالابتداء من النقطة المذكورة البعدين هـ ى و هـ و متساويين بقدر هـ ب ثم نصل الخطوط ب و و ب ى و ى ح و ح و فيكون الشكل ب و ح ى الحادث هو المربع المطلوب (شكل ٧٤)

واذا علمنا دائرة واردنا رسم مربع داخلها فاننا نقسم هذه الدائرة الى أربعة أقسام متساوية ونصل بين نقط التقاسيم بخطوط فيكون الشكل الحادث المرسوم داخل الدائرة هو المربع المطلوب (شكل ٧٥)

واذا علمنا نقطة من نقط المحيط فاننا نعتبر هذه النقطة مبدأ للتقاسيم و نجرى عملية التقسيم بالمثابة السابقة او نصل بين نقط التقسيم المذكورة والمركز بقطر فيقسم المحيط الى قسمين متساويين ونقسم كل واحد منهما الى قسمين متساويين اونقيم من المركز عمودا على القطر ونمده الى المحيط فيتحصل القطر الثانى ونصل بين نقط التقاسيم ونهاية القطرين فيكون الشكل الحادث هو المربع المطلوب فاذا علمنا مقدار نصف قطر الدائرة بأن كان عشرة أمتار مثلا واردنا معرفة مقدار ضلع المربع المرسوم داخل هذه الدائرة فاننا نضرب نصف القطر المذكور فى نفسه ونضرب حاصل الضرب فى اثنين ثم نأخذ جذر الحاصل فيكون المقدار الناتج من ذلك هو مقدار ضلع المربع المرسوم داخل الدائرة المطلوب

طريقة رسم المستطيل

اذا علمنا ءه التى هى قاعدة المستطيل و حو الذى هو ارتفاعه واردنا رسمه فاننا نرسم الخط ع س بأن نأخذه مساويا للقاعدة ءه المذكورة ثم نقيم عليه عمودين من نهايته كالعمودين ع ح و س ل المأخوذين بقدر طول الارتفاع حو ثم نصل الخط ح ل فيكون الشكل ح ع س ل الحادث هو المستطيل المطلوب (شكل ٧٦)

طريقة رسم متوزاى الاضلاع

اذا علمنا من متوازى الاضلاع الضلعين ءه و هح والزاوية ءهح الواقعة بينهما وأردنا رسمه فاننا نرسم خطا حيثما اتفق كالخط ع و بحيث نأخذ بقدر الضلع ءه المعلوم ثم نرسم من النقطة ع زاوية مساوية للزاوية ءهح المعلومة كالزاوية ح ع و ثم نأخذ الضلع ح ع مساويا للضلع هح المعلوم ونرسم من النقطة ح الخط ح د موازيا للخط و ع ونرسم أيضا من النقطة و الخط و د موازيا للخط ح ع فيتقاطع الخطان المذكوران فى النقطة د ويكون الشكل د و ع ح الحادث هو متوازى الاضلاع المطلوب (شكل ٧٧)

طريقة تحويل شكل كثير الاضلاع الى مثلث يكافيه

اذا علمنا شكلا كالشكل ا ب ح ء ه وأردنا تحويله الى مثلث يكافيه فاننا نحوله فى مبدا الامر الى شكل ذى أربعة أضلاع يكافيه بهذه المثابة وهى اننا نصل القطر ا ح ونمد الضلع ح ء على استقامته فى جهة ح ثم نرسم من النقطة ب الخط ب ح موازيا للخط ا ح وبعد ذلك نصل الخط ا ح فيكون الشكل ا ح ء ه عبارة عن الشكل ذى الاضلاع الاربعة

المطلوب ويتحول الشكل ذو الاضلاع الاربعة الى مثلث بهذه الكيفية وهى أن يوصل القطر ا ى ويمد حـ ى على استقامته فى جهة ى ثم يرسم الخط هـ ب موازيا لهذا القطر ويوصل ا ب فيكون الشكل ا ب ح الحادث هو المثلث المطلوب وعلى موجب هذه الطريقة يمكن تحويل أى شكل الى المثلث (شكل ٧٨)

طريقة رسم المخمس المنتظم داخل الدائرة

طريقة رسم المخمس المنتظم داخل الدائرة تحصل بكيفيتين احداهما أن نقسم المحيط كما سبق الى خمسة أقسام متساوية ونصل بين كل نقطتين بخط مستقيم فيحصل من ذلك المخمس المنتظم المطلوب (شكل ٧٩)

والثانية أن نستخرج ضلع المخمس المذكور بهذه المثابة وهى أن نرسم فى الدائرة قطرا حيثما اتفق كالقطر ا ى ونقيم عليه من المركز العمود ب هـ (شكل ٨٠) بحيث يكون هذا العمود واصلا الى المحيط ثم نقسم نصف القطر ى ب الى قسمين متساويين من النقطة حـ ونعتبر هذه النقطة مركزا ونأخذ بالبرجل فتحة قدر حـ هـ ونرسم بها القوس هـ م الذى يقطع القطر فى النقطة م ثم نأخذ بالبرجل أيضا فتحة قدر هـ م ونكرر ذلك على المحيط فى أى نقطة من نقطه فيحصل المخمس المنتظم المطلوب فاذا علمنا على المحيط نقطة منه كالنقطة ى فاننا نبتدأ منها ونكرر على هذا المحيط خمس فتحات بالبرجل

طريقة رسم المخمس المنتظم على خط معلوم

مأخوذ قدر ضلع هذا المخمس

اذا أردنا رسم مخمس منتظم على الخط ا ح فاننا نقيم عليه عمودا من النقطة ا التى هى أحد طرفيه ثم نأخذ ا ب قدر نصف الخط المذكور ونصل بين

النقطتين ح و ب بخط مستقيم ونمده ونأخذ عليه ب ء قدر ب ح ونأخذ أيضا بالبرجل فتحة قدر ا ء ونرسم بها قوسا من النقطة ا وبنفس هذه الفتحة نرسم قوسا من النقطة ح ونعتبر النقطة و التي هي نقطة تقاطع القوسين مركزا ونرسم دائرة بنصف قطر و ا ونكرر بالابتداء من النقطة ا أو النقطة ح على المحيط أربع فتحات بالبرجل كل واحدة منها قدر ا ح ثم نصل بين النقط بأربعة خطوط فيكون الشكل الحادث هو المخمس المنتظم المطلوب (شكل ٨١)

طريقة رسم المسدس المنتظم داخل الدائرة

طريقة ذلك هي أننا نأخذ بالبرجل فتحة قدر نصف القطر ونكررها على المحيط ست مرات ونصل بين نقط التقاسيم بخطوط فيكون الشكل الحادث هو المسدس المنتظم الذي يراد رسمه داخل الدائرة (شكل ٨٢)

طريقة رسم المسدس المنتظم على خط معلوم مأخوذ قدر ضلعه

اذا فرضنا أن ضلع هذا المسدس هو ا ب (شكل ٨٣) فاننا نعتبر نهايتي هذا الضلع وهما ا و ب مركزين ونرسم بفتحة قدر ا ب قوسين يكونان متقاطعين في النقطة ه ثم نصل بين هذه النقطة وبين النهايتين المذكورتين بالخطين المستقيمين ا ه و ب ه ونمدهما ونأخذ ه ء = ه ب و ا ه = ه و ونصل ء و ثم نقسم كلا من البعدين ا ه و ه و الى قسمين متساويين في النقطتين م و ع ونصل الخطين ء ع و ب م ونمدهما ونأخذ ع ه = ء ع و م ح = ب م ونصل بين ح و ء و ا وبين و و ه و ب بخطوط فيكون الشكل ا ب ه و ء ح هو المسدس المنتظم المطلوب رسمه على خط معلوم مأخوذ بقدر ضلعه

طريقة رسم المسبع المنتظم

يمكن لاجل الحصول على رسم المسبع المنتظم ان نقسم الدائرة الى سبعة أقسام متساوية ونصل بين نقط التقاسيم بخطوط مستقيمة (شكل ٨٤)

طريقة رسم المثمن المنتظم داخل الدائرة

اذا لم تتعين نقطة من نقط المثمن على المحيط نأخذ عليه نقطة حيثما اتفقت ونصل منها الى المركز بخط ونمده حتى يلاقى المحيط ونجعله قطرا ونرسم عليه مربعا ثم نقسم احد اقواس هذا المربع الى قسمين متساويين ونصل من النقطة المذكورة الى المركز بخط ونمده حتى يلاقى المحيط فى نقطة ونجعله قطرا أيضا ونرسم عليه مربعا فتحصل من ذلك على المحيط ثمان نقط ان وصلنا بينها بمستقيمات حدث المثمن المنتظم المطلوب (شكل ٨٥) واذا اردنا رسم المثمن المنتظم على خط مساو لضلعه فنفرض ان هذا الخط المعلوم هو ده (شكل ٨٦) ونقيم على طرفيه العمودين او و ـه ثم نقسم كلا من الزاويتين القائمتين كدو , كدهـ الى قسمين متساويين بالخطين دو , هـء ونقطع دو = ده , هـء = ده ونرسم من النقطتين د , ء الخطين دع , ءح موازيين للعمود دا ونقطع دع = ده , ءح = ده ونرسم قوسين من النقطتين ع , ح بنصف قطر مساو للخط ده وحيث ان أحد هذين القوسين يقطع وا فى النقطة ا وثانيهما يقطع ـه فى النقطة ـ فاذا وصلنا بين النقطتين ـ , ح بالخط ـح وبين النقطتين ا , ـ بالخط اـ وبين ا , ع بالخط اع حدث الشكل عدوهءحـ وهو المثمن المطلوب

طريقة رسم المتسع المنتظم

كما كان المثمن يرسم بواسطة المربع كذلك المتسع المنتظم يرسم بواسطة المثلث

المتساوى الاضلاع بمعنى اننا نبدأ برسم مثلث متساوى الاضلاع ونقسم كلا من الاقواس المؤثرة باضلاعه الى ثلاثة أقسام متساوية ونصل من نقط التقسيم الواقع بينها ثلاثة أقسام منها بخطوط وبذلك فيرسم على كل واحد منها مثلثا وبواسطة المثلثات المذكورة تتعين على المحيط تسع نقط فاذا وصلنا بينها بخطوط حدث من ذلك المتسع المنتظم المطلوب. (شكل ٨٧)

تنبيه لا حاجة الى رسم المثلثات المستعملة لايجاد نقط المتسع لانه يكفى تعيين رؤسها على المحيط فقط.

طريقة رسم المعشر المنتظم

لاجل رسم المعشر المنتظم داخل دائرة نصف قطرها اى معلوم نقيم على نهاية نصف القطر المذكور العمود ء ح ونقطعه مساويا لنصفه ونجعل النقطة ح مركزا ونرسم دائرة نصف قطرها ح ء يقطع الخط الواصل بين النقطتين ا و ح فى النقطة م ونجعل النقطة ا مركزا وبنصف قطر يساوى ا م نرسم م ه فيقطع اى فى النقطة ه فيكون البعد ا ه هو ضلع المعشر المطلوب فاذا تكرر هذا الضلع على المحيط عشر مرات حدث المعشر واذا وصلنا بين كل نقطتين بمستقيم حدث المخمس المنتظم (شكل ٨٨)

بيان الالوان المستعملة فى الرسم

الالوان المستعملة فى الرسم هى الاسود المعروف بحبر شين وهو حبر بلاد الصين والاحمر والاصفر والازرق فاذا امزجنا الاصفر مع الازرق حدث اللون الاخضر واذا امزجنا اللون الاصفر مع الاحمر حدث لون الاخشاب والالوان المذكورة مشكلة بشكل قوالب وهنا الغالب توجد فيها ألوان أخرى غير هذه الالوان التى يستعمل كل واحد منها فى الدلالة على شئ

مخصوص فاللون الاحمر مثلا يستعمل في بيان محيطات المباني وارضية البيوت واللون الاسود وهو حبر الصين يستعمل في بيان الطرق والمسالك والسكك الموصلة للقرى ببعضها أو الموصلة منها الى الغيطان وفي بيان الجسور والقناطر المصنوعة من الاخشاب والاشجار المغروسة على جوانب الطرق والابراج والبيوت والطنابير المصنوعة من الاخشاب والبطريات والاستحكامات الخفيفة وتستعمل الوان اصطلاحية في بيان أنواع الاراضي والمزارع والمياه الجارية والراكدة فاللون الازرق يستعمل في الدلالة على مجاري المياه واللون الاخضر المائل الى الاصفر في الدلالة على الاورمان (أى الغابات والاجمات) والاخضر في الدلالة على المراعي والاراضي الهشة وعلى الغدران والمستنقعات التي هي عبارة عن أرض بها مياه ومراع ووحل و يستعمل لون المياه في بيان مواضع المياه والبراري التي توجد بها اشجار ومواد حريق ونباتات وتستعمل النقط السود الغليظة المنتظمة في الدلالة على الاشجار ويستعمل اللون الاخضر أيضا في الدلالة على الوديان المشحونة بالشوك والحشائش كالمراعي لكنه يجر فيها بالفرشة خطوط رفيعة ملونة باللون الاحمر وتلون قطع المراعي في البطائح باللون الاخضر وقطع المياه باللون الازرق وتلون الارض المعدة للمزارع بلون أخضر دون لون المرعى في الدرجة وهذا اللون يتركب من الاصفر ومن قليل من الاحمر وتلون الكروم والاعناب بلون البنفسج المركب من حبر الصين ومن الاحمر والازرق الممزوجين ببعضهما وتلون الاراضي ذات الرمال باللون الاصفر وبقليل من الاحمر

طريقة تذويب الالوان

طريقة تذويب الالوان هي أن يوضع من الماء مقدار ثلاث نقط اوار بعة في طبق الرسم بحيث يكون الماء نظيفا ثم يحرك الماء حتى يبل ارضية هذا الطبق الذي يجعل في الوضع مائلا قليلا ليكون الماء مجتمعا في جهة منه ثم يمسك

يمسك باليد قالب البوية من أحد طرفيه ويحك بطرفه الآخر في الجهة المقابلة للجهة المذكورة من الطبق بشرط أن تكون حركة اليد في هذه العملية مستديرة ثم يصير منع الحك وتدوير الطبق لاجل امتزاج الماء بلون البوية المطلوب وبعد ذلك يوضع هذا الطبق مائلا ويجدد الحك حتى يصير الحصول على الدرجة المطلوبة ثم يمسح القالب ويحفظ فاذا كان المراد استعمال بوية خفيفة فانه يضاف عليها ما تحتاج اليه من الماء وتقلب بالفرشة حتى يصير الحصول بالتقليب على المرغوب اوانه يوضع جزء من لون البوية المذكورة في طبق آخر ويضاف عليه من الماء ما يكون به قابلا للاستعمال في الغرض المطلوب وينبغي تذويب اللون المقتضي التلوين به في وقته كلما حصل الاحتياج اليه حيث لا يستعمل شئ منه في ثاني يوم

بيان استعمال قلم الجدول

قلم الجدول المعد لجر الخطوط المقتضي رسمها بالحبر او الالوان هو عبارة عن نصاب في طرفه شعبتان من الحديد وقبضتان يقربان من بعضهما بواسطة برمة من نحاس فاذا أريد استعماله تفتح شعبتاه قليلا ويؤخذ من الطبق حبر بقطعة صغيرة من الورق وتوضع هذه المادة بين هاتين الشعبتين بحيث لا يمتلأ بها غير ثلثه او نصفه ثم يقفل بالبرمة ويجر على ورقة برانية حتى يشاهد ان الخطوط التي صار جرها به قد بلغت درجة الغلظ المطلوب هنالك يصير استعماله لكنه يجب مسح شعبتيه ليكون نظيفا اذ بدون ذلك يسيح الحبر ويتلف الرسم

ولاجل رسم الخطوط بقلم الجدول توضع المسطرة على الخط الذي يراد تحبيره ويمسك الجدول باليد اليمنى بين الابهام والاصبعين المجاورين له كما يمسك قلم الكتابة المعتاد ويصير الاتكاء على المسطرة باليد اليسرى كما في عملية الرسم بقلم الرصاص ثم يجر الخط به من اليسار الى اليمين بشرط ان يكون القلم مائلا

فى أثناء ذلك الى الخارج لانه ان كان مائلا الى الداخل أعنى الى جهة المسطرة ربما رجعت هذه المسطرة الى الخط ومسحته و ينبغى الاحتراز على الرسم عند نقل المسطرة حتى لا يتلف ومدار هذا كله على التعود والتمرين

و يستعمل لرسم الخطوط المنحنية فى البرجل بدل تلبيسة الرصاص تلبيسة الحبر وتملأ بهذه المادة كما سبق وتمسح ويرسم بها الخط كما صار رسمه بتلبيسة الرصاص و يلزم بعد تكميل عملية الرسم ان لا تترك الآلات بحبرها بل تمسح والاحسن ان تغسل بالماء وتمسح بخرقة من القماش حتى تكون على الدوام نظيفة ممسوحة

بيان الاصطلاحات التى لا بأس بملاحظتها فى الرسم

قد اتفقوا فى قراءة الخرط لاجل بيان الاشياء الارضية على هذه الاصطلاحات وهى الموجودة بلوحة ٩

طريقة اجراء العمليات الهندسية على الارض

بيان رسم خط مستقيم على ارض خالية من الموانع

اذا اردنا وضع عدة نقط على خط مستقيم طرفاه غير معينين فاننا نضع فى نقطة كالنقطة ا (شكل ٨٩) شاخصا ونبوتا ثم نغرز شاخصا آخر فى النقطة ب ونضع على استقامتهما شواخص أخر فى النقطة ح و ء و هـ و م و ن بحيث يكون الخط المار على شمال هذه الشواخص وعلى يمينها مستقيما و يجب على المنوط باجراء هذه العملية ان يقف خلف الشاخص الاول متجها الى جهة حذاء الخط الذى يراد رسمه ومتباعدا عنه بعدة خطوات و يضع باقى الشواخص فى النقط بمساعدة شخص معاون ان تيسر وجوده معه والا

فينبغي له إن لم يكن له معاون بعد الوضع في النقطتين ا و ب ان ينتقل الى النقطة ح ويضع الشاخص بنفسه على الحذاء ويعلم على هذه النقطة ثم ينتقل الى النقطة ء ويعمل بهذه المثابة على جميع النقط فان لم تكن معه شواخص كافية لذلك فيلزم أن يأخذ الشواخص الاول ويضع بدلها علامات كأكوام من الحجارة وخلافها

واذا أردنا رسم الخط المستقيم الواصل بين نقطتين كالنقطتين ا و ب (شكل ٩٠) اللتين يمكن الوقوف فيهما او المشي بينهما فاننا نستعمل في ذلك حالتين نذكرها فنقول

الحالة الاولى

ينبغي عند وجود المعاونين ان يغرز المنوط باجراء العملية شاخصين في النقطتين ا و ب ثم يقف خلف الشاخص المغروز في النقطة ا وينظر الى الشاخص المغروز في النقطة ب ثم يوجه المعاون الموجود بين النقطتين المذكورتين الى الحذاء ويدخله فيه ويأمره أن يعلم على محله ثم ينتقل الى نقطة أخرى من هذا الحذاء وبهذه المثابة يجري العمل حتى يتحصل على رسم الخط المستقيم المطلوب

الحالة الثانية

يلزم عند عدم وجود المعاونين أن نغرز في النقطتين ا و ب (شكل ٩١) شاخصين وننظر على استقامتهما فان ظهر لنا شيء أو عدة أشياء في هذه الاستقامة بحيث تكون تلك الأشياء موجودة في الحذاء بالضبط فاننا نغرز فيها الشواخص ونتمم العملية كما في الحالة الاولى فان لم توجد في الاستقامة المذكورة أشياء ظاهرة فاننا نأخذ نقطة حيثما اتفقت كالنقطة ح ونغرز فيها شاخصا ثم نغرز في نقطة اخرى كالنقطة خ شاخصا آخر على حذاء ا ح وبعد ذلك ننتقل الى النقطة ح وننظر الى النقطة خ فان مر الاتجاه

بالنقطة ب المفروضة كانت النقطة ح من نقط الحذاء هي والنقطة ج فان لم يمر هذا الاتجاه بالنقطة ب بل وقعت على يمينه او على شمالها فاننا ننتقل الى النقطة د التي حصل الابتداء منها وننقلها الى اليمين او الى الشمال ثم ننتقل الى النقطة ح ونضعها على حذاء اد ونقف في النقطة د ونجري العمل بالمثابة السابقة وهكذا الى أن نضع النقطتين د و ح على الخط المار بين النقطتين المفروضتين ا و ب وبواسطتهما نتمم الحذاء كما تقدم فان وجدت اشخاص معاونين فاننا نضع منهم شخصين احدهما في النقطة د والآخر في النقطة ح ويكون هذان الشخصان متجهين بوجهيهما الى الحذاء ونأمرهما بالسير الى جهة الخط بحيث يتأتى للشخص الواقف في النقطة د ان ينظر الشخص الواقف في النقطة ح والشخص الواقف في النقطة ب ولا يتعذر على الشخص الواقف في النقطة ح أن ينظر الشخص الواقف في النقطة د والشخص الواقف في النقطة ا ويتوالى سيرهما هكذا الى ان يرى الشخص الواقف في النقطة د النقطتين ح و ب على الحذاء ويرى الشخص الواقف في النقطة ح النقطتين ج و ا على الحذاء وحينئذ تكون النقطتان ح و د موجودتين على الحذاء المار بين النقطتين ا و ب ويصير تكميله بالطرق المتقدمة

ملحوظة لأجل رسم دائرة فوق الارض على خط معلوم كالخط ده (شكل ٩٢) نأخذ مثلثا من مثلثات الرسم ونقف في نقطة حيثما اتفقت على يمين الخط المفروض او على يساره ونجعل احد ضلعي الزاوية القائمة مارا بنهاية القطر ثم نتحول الى اليمين او الى الشمال بالمثلث حتى يصير اب وهو احد ضلعي الزاوية القائمة المذكورة مارا بالنقطة ه التي هي احدى نهايتي الخط ده وضلعها الآخر وهو بح مارا بالنقطة د التي هي نهايته الاخرى فتكون نقطة الوقوف وهي ب من نقط الدائرة وبهذه

الطريقة نعين نقطا اخرى حول الخط ده ونصل بينها بخط منحن فيكون ن
ه و محيط الدائرة المطلوب رسمها

طريقة قياس خط يمكن السير على استقامته

الخطوط تقاس بوحدة الاطوال كالمتر وخطوة الانسان والقصبة وسير الحصان وما اشبه ذلك ويوجد لقياس الخطوط فى العادة جنازير من الحديد طول الواحد منها عشرة امتار او عشرون مترا وكل متر منقسم الى اربع عقل او خمسة متصلة معا بحلقات صغيرة والامتار التى يتركب منها طول كل جنزير منفصلة عن بعضها بحلقات من نحاس وهناك آلة معدة لقياس الخطوط أيضا هى عبارة عن طارة تتحرك على الارض بواسطة دفعها باليد وهذه الآلة مشتملة فى اعلاها على دائرة منقسمة على هيئة مينا الساعة عقاربها تتحرك عند دوران الطارة وهى مكيفة الترتيب بحيث يتأتى لنا عند انتهاء السير على الخط الذى يراد قياسه أن نقرأ على العقرب عدد الامتار التى صار قطعها فى المشى والنظر اليها يغنى فى معرفتها عن وصفها

طريقة استعمال الجنزير فى القياس

طريقة استعمال الجنزير فى القياس هى اننا نطرحه على الخط الذى يراد قياسه مرارا بقدر احتوائه عليه و بعد ذلك نضرب عدد طرحات الجنزير على الارض فى مقدار طوله فيكون حاصل الضرب عبارة عن طول الخط المقيس مقدرا بالامتار ان لم توجد كسور فان وجدت كسور فينبغى ضمها الى هذا الحاصل المتكون من ضرب عدد طرحات الجنزير فى طوله فيكون الناتج من ذلك عبارة عن طول الخط المطلوب قياسه و يجب أن يشد الجنزير عند طرحه على الارض حتى لا تكون فيه عقد حيث انه يترتب على وجود هذه العقد فيه وقوع الخطا فى القياس و يلزم فى العادة لاجراء عمليه القياس بالجنزير

شخصان ويكون هذا الجنزير مصحوبا بعشرة مسامير وهذه المسامير تكون مع الشخص الموجود فى جهة الأمام ليغرز فى آخر كل طرحة مسمارا منها فى الارض ويتركه للشخص التالى له وهذا الشخص الاخير يأخذه عند انتهاء الطرحة الثانية ويتوالى العمل هكذا حتى لا يبقى مع الشخص الاول شئ من تلك المسامير فتكون جملة ما حصل قياسه عبارة عن عدد المسامير فى طول الجنزير فان كان طول الجنزير عشرة أمتار كان الطول المقيس مائة متر وبعد ذلك يسلم الشخص الثانى للاول المسامير المذكورة وهذا الشخص الاول يضع فى جيبه عند استلامها زلطة او حصوة لاجل تذكار عدد المئات المحفوظة ثم يشرع فى العملية الى أن ينتهى عدد المسامير مرة أخرى فيأخذ زلطة ثانية ويضعها فى جيبه ويتوالى العمل بهذه المثابة الى أن ينتهى القياس فيضرب عدد الزلطات فى مائة ثم يضيف الى حاصل الضرب عدد المسامير الموجودة فى يده مضروبا فى طول الجنزير ويضيف الى الحاصل عدد الامتار والكسور المتحصلة من الطرحة الاخيرة

فاذا تعذر الحصول على مقياس وكان الخط الذى يراد قياسه قصيرا فانه يقاس بالخطوط ويحول الناتج الحادث من الخطوات الى أمتار ولذا يجب على كل منوط باجراء عملية القياس أن يقدر خطوته بالنسبة للمتر

طريقة تقدير الخطوة بالنسبة للمتر

طريقة تقدير الخطوة بالنسبة للمتر هى أن يقيس الانسان طولا لخمسين مترا مثلا على خط كالخط ا ب (شكل ٩٣) الذى يكون عبارة عن خندق ممتر كأنه حائط او حرف طريق او نحو ذلك بحيث يكون هذا الخط مستقيما ثم يشرع فى السير عليه بالابتداء من النقطة ا ويكون سيره عليه بالخطوة المعتادة مع الراحة لا بالسرعة ولا بالبطء الى ان يصل الى النقطة ب ثم يكتب عدد الخطوات التى قطعها وبعد ذلك يشرع فى السير ثانيا من النقطة ب

الى النقطة ا وثامنا من ا الى ب وهكذا مع الاستمرار على عدد خطواته فى كل مرة ثم يجمع نواتج القياسات على بعضها و يقسم الحاصل على عدد مرات القياس فيكون الناتج عبارة عن متوسط عدد خطوات هذا الطول فاذا فرض انه كرر السير على الخط الذى أراد قياسه أربع مرات وكان عدد الخطوات

أولا	١١٠
وثانيا	١١٢
وثالثا	١١٣
ورابعا	١١١
وتحصل له منه الناتج	٤٤٦

فيجب عليه أن يقسم الحاصل ٤٤٦ على ٤ فيكون خارج القسمة ٥ , ١١١ عبارة عن عدد خطواته المساوية لمائة وعلى ذلك يكون المتر الواحد عبارة عن ١١٥ , ١ بالنسبة لخطوته واذا أراد معرفة مقدار الخطوة الواحدة بالنسبة للمتر فينبغى له أن يقسم العدد ١٠٠ متر على ٥ , ١١١ فيكون خارج القسمة ٩٠ , ٠ م تقريبا هو مقدار الخطوة الواحدة بالنسبة للمتر وبناء على ذلك اذا قسنا خطا بالخطوة ووجدنا مقدار طوله يساوى ١١٧٠ خطوة وأردنا معرفة مقدار طوله بالامتار فاننا نضرب هذا المقدار فى مقدار الخطوة الواحدة بالنسبة للمتر فيكون حاصل الضرب ١٠٥٣ مترا هو الناتج المطلوب واذا كان الخط الذى يراد قياسه طويلا مع عدم وجود مقياس أيضا وكان يلزم لقياسه استغراق عدة من الساعات أو من الايام فالاوفق أن نستعمل الزمن فى قياسه وذلك لا يخرج عن أمور هى اما أن يكون الشخص المندوب لاجراء هذه العملية ماشيا وحينئذ يجب عليه أن يعرف أن المسافة التى يتأتى للانسان قطعها بالراحة هى فى الدقيقة الواحدة ١٠٠ خطوة = ٦٥ مترا وهى فيها

بالمشى السريع المعتاد ١١٠ خطوة = ٧١,٥ مترا وهى فيها فى النهاية الكبرى ١٥٣ خطوة = ١٠٠ مترا فتكون المسافة التى يقطعها فى هذه الحالة هى فى الساعة الواحدة ٦٠٠٠ متر واما أن يكون الشخص المذكور راكبا فيجب عليه أن يعرف ان المسافة التى يقطعها الحصان بالاشكين فى الدقيقة الواحدة هى ٨٦ مترا تقريبا وبالالغار ١٩٠ مترا وبالدرت نعل وهو الهجوم ٣٩٠ مترا وان المسافة التى يقطعها الجمل فى الساعة الواحدة هى ٤٠٠٠ متر وينبغى له على كل حال ان يعرف مقدار سرعة الحيوانات قبل ان يستعمل الطريقة المذكورة كما انه لابد له من معرفة السير فى الارض الافقية والخالية عن الموانع لان المسافات فيما عداها هذه الارض ليست واحدة حيث انه ينبغى ان تكون نسبة المسافة المقطوعة فى الارض الافقية الى المسافة المقطوعة فيما عداها كنسبة ٥ : ٢ فى الزمن الواحد حتى لا يحصل خطأ فى تقدير الخط بالقياس عند الوصول الى نهايته فاذا علمنا مقدار الزمن المقطوع من الابتداء الى الانتهاء فاننا نحوله الى دقائق وتضرب الناتج فى سرعة السير فى الدقيقة الواحدة بالنسبة لما صار بها من الركوب فيكون حاصل الضرب هو مقدار طول الخط الذى يراد قياسه ولما كان الشخص المندوب لاجراء مثل هذه العملية لا يستغنى عن الاستراحة ولا عن الخروج عن الاستقامة لقضاء بعض أشغال ضرورية وجب أن يكون معه دفتر قيد ليقيد فيه مدد الزمن المقابلة للمسافات المختلفة ويكتب فى هذا الدفتر مدة الوقوف وغيرها

تنبيه ينبغى للشخص المنوط باجراء عملية القياس على الارض ان يضع علامات على الخط الذى يريد قياسه بحيث تكون واقعة بينه وبين النقط الأمامية وان يجعل تحت نظره علامتين منها يتأتى له ان يتجه اليهما متى كان القياس

القياس جاريا على خط مستقيم اذ بدون ذلك يكون طول الخط بعد القياس غير حقيقى

طريقة رسم خط عمودى على خط مفروض

اقامة عمود فى الارض من نقطة معينة كالنقطة ا على الخط هو ينحصر فى حالتين

الاولى اما أن تكون النقطة ا المذكورة موجودة على الخط هو المفروض فنأخذ حبلا ونطبق طرفيه على بعضهما فينقسم الى قسمين متساويين ثم نقسمه وهو على هذه الهيئة الى قسمين متساويين أيضا وفى هذه الحالة نمسك باليد أحد طرفيه ونربطه فى وتد كالوتد ا (شكل ٩٤) ونأمر شخصا بالقبض على طرفه الآخر ونغرز على يمين هذا الوتد وعلى شماله وتدين كالوتدين م و س ونربط فيهما طرفى الحبل المذكور ثم نحله من الوسط الذى نشده منه الى ان يتوتر فى نقطة كالنقطة د مثلا فتكون هذه النقطة من نقط العمود المطلوب اقامته فى الارض على الخط هو

والثانية اما أن تكون النقطة المذكورة موجودة على نهاية الخط ب ا (شكل ٩٥) فنأخذ لاجل اقامة العمود المطلوب حبلا ونقسمه الى ١٢ قسما مقدار كل واحد منها ذراع مثلا وليكن ال هو الحبل المذكور فنعقد عقدة فى نهاية القسم الثالث وعقدة أخرى فى نهاية القسم الرابع وعقدة اخرى فى نهاية القسم الثانى عشر ثم نطبق الحبل على الخط بحيث تكون عقده الثلاث على النقطة ا مثلا التى يراد منها اقامة العمود على الخط ولتكن النقطة س عبارة عن مبدأ الحبل ثم نجعل نهاية هذا الحبل اى العقدة الاخيرة منه فى النقطة س أيضا ونقبض عليه من النقطة السابقة ونشده حتى يتوتر فى النقطة ى فتكون هذه النقطة من نقط العمود المطلوب اقامته على الخط المذكور فنغرز فى تلك النقطة شاخصا اونضع فيها شخصا

ونرسم الحـذاء على النقطتين ا و ب فاذا لم يتيسر الحصول على حبل قدر هذا الطول وأردنا اقامة عمود من النقطة ا على الخط اب (شكل ٩٦) ونأخذ نقطة داخل هذا الخط كالنقطة ح ونغرز فيها وتدا نربط فيه حبلا ونشده الى النقطة ا المذكورة ثم ندور بهذا الحبل حول النقطة ح حتى يتلاقى مع الخط اب فى النقطة ب مثلا فنغرز فيها وتدا وخلافه وندور بالحبل أيضا حول النقطة ح المذكورة حتى نصل الى النقطة ء الكائنة على استقامة الخط ب ح الواصل بين النقطتين ب و ح فتكون النقطة ء المذكورة من نقط العمود المطلوب اقامته

طريقة تنزيل عمود على خط من نقطة خارجة عنه مع امكان الوقوف فى هذه النقطة

اذا أردنا تنزيل عمود من النقطة ا على الخط ب ح (شكل ٩٧) نتوهم من هذه النقطة مدخطين حيثما اتفقا كالخطين اب و اح بحيث يكونان قاطعين للخط المفروض فى النقطتين ب و ح ثم نقيس الابعاد الثلاثة اح و اب و ب ح ونبحث عن موقع العمود النازل من النقطة ا على الخط ح ب بواسطة واحد من قانونين

أحدهما اذا كان العمود النازل على الخط المذكور واقعا داخل الخطين اللذين صار مدهما كالعمود اء مثلا (شكل ٩٧) فنحسب البعد ح ء بهذه الطريقة وهى ان نضرب مقدار اح فى نفسه ونضيف الى حاصله حاصل ضرب البعد ح ب فى نفسه ونطرح من المجموع حاصل ضرب البعد اب فى نفسه ونقسم الناتج على ضعف مقدار الضلع ب ح ونقطع البعد ح ء بقدر خارج القسمة على الخط ح ح بالابتداء من النقطة ح فتكون النقطة التى تعينت من نقط العمود المار بالنقطة المفروضة

ثانيهما اذا كان العمود اء النازل على الخط ب ح (شكل ٩٨)

واقعاخارج الخطين المذكورين فحسب البعد حء بهذه الطريقة وهى أن نضرب مقدار اح فى نفسه ونضيف الى حاصله حاصل ضرب حب فى نفسه ونطرح الناتج من حاصل ضرب اب فى نفسه ونقسم الناتج على ضعف حب ونقطع على الخط بح بالابتداء من النقطة ح فى جهة النقطة ب البعد حء مساويا للناتج فتحصل من ذلك النقطة ء وهى من نقط العمود المطلوب المار بالنقطة المفروضة

طريقة تنزيل عمود من نقطة لا يمكن الوصول اليها على خط يتيسر الوصول اليه والسير عليه

لاجل تنزيل عمود من النقطة م على الخط بح (شكل ٩٩) نأخذ نقطة كالنقطة ا ونغرز فيها شاخصا ونرسم خطا مائلا على الخط المفروض كالخط ام ثم نأخذ النقطة د على الخط المفروض بعيدة عن النقطة ا بمقدار اربعة أمتار مثلا ونقيم منها العمود دب على الخط المذكور بالمثابة المتقدمة ونمده الى ان يقطع الجزء ام فى النقطة ب ونقطع البعد دح مساويا للعمود دب ونعين النقطة ح ثم نتوهم الشعاع حم فيقطع الخط بح فى النقطة ء فنعلم على هذه النقطة ونتوهم الشعاع اے المار بالنقطتين ا و ح والشعاع ط المار بالنقطتين ب و ء فيتقاطع هذان الشعاعان فى النقطة هـ فتكون هذه النقطة من نقط العمود المار بالنقطة م المفروضة فنصل بين النقطتين م و هـ بالخط مهـ فيكون هو العمود المطلوب

طريقة اخرى فى ذلك

وهناك طريقة اخرى فى ذلك هى اننا نقسم حبلا الى ١٢ قسما كما سبق ونجعل العقدة المبينة بالنمرة ٣ فى يد شخص والعقدة المبينة بالنمرة ١٢

وطرف الحبل المبين بالنمرة ٠ في يد شخص ثان والعقدة المبينة بالنمرة ٧ في يد شخص ثالث ثم نضع العقدتين ١٢ و٣ على استقامة الحذاء الذى يراد اقامة العمود عليه وننظر الى الشخصين القابضين على العقدتين ٣ و٧ فان كان هذان الشخصان موجودين على الخط المار بالنقطة المفروضة كانت العقدتان ٧ و٣ من نقط العمود فنضع فيهما شاخصين ونرسم الحذاء فان لم يكونا على الخط المذكور فلا نزال نأمرهما بالتنقل الى ان يصير الخط الواصل بينهما مارا بالنقطة المفروضة وهذا اسهل حل لهذه المسئلة في جميع الاحوال (انظر شكل ١٠٠)

طريقة تنزيل عمود من نقطة يمكن الوصول اليها

على خط لا يمكن الوصول اليه

لاجل تنزيل عمود من النقطة ح التي يمكن الوصول اليها على الخط ا ب (شكل ١٠١) الذى لا يمكن الوصول اليه نرسم من هذه النقطة خطا موازيا للخط المذكور بموجب ما سيأتي وليكن هذا الموازى هو وه وبالمثابة السابقة نقيم من النقطة ح الخط ح ع عمودا على وه فيكون هذا الخط هو العمود المطلوب تنزيله من النقطة ح المذكورة على الخط ا ب المفروض

طريقة رسم خط موازٍ لخط آخر من نقطة معينة

اذا اردنا رسم خط موازٍ للخط اح من النقطة المعينة ى (شكل ١٠٢) بشرط انه يمكن الوصول الى هذه النقطة وذلك الخط معا ننزل من تلك النقطة على الخط المذكور بالطرق المتقدمة عمودا كالعمود ب ى ثم نقيم منها خطا كالخط ى ل عمودا على ى ب فيكون العمود ى ل هذا هو الخط الموازى المطلوب رسمه

طريقة اخرى فى ذلك

واذا أردنا رسم خط موازٍ للخط اب من النقطة ح (شكل ١٠٣) فاننا نأخذ على هذا الخط نقطة كالنقطة ه ونصل بين النقطتين ح و ه بالخط حه ثم نقسمه الى قسمين متساويين تكون فيهما النقطة ء عبارة عن نقطة التنصيف ونأخذ بعدا حيثما اتفق كالبعد هو ونصل بين النقطتين و و ء بالخط وء ونمده على استقامته فى جهة ء ونأخذ البعد ءح بقدر ءو ثم نصل بين النقطتين ح و ح بالخط حح فيكون هذا الخط هو الموازى المطلوب رسمه .

طريقة أخرى فى ذلك

واذا أردنا رسم خط موازٍ للخط اب من النقطة ح (شكل ١٠٤) فاننا نأخذ على هذا الخط الاخير نقطة كالنقطة ا ثم نغرز فيها شاخصا رأسيا ونقيم على نهاية ظل هذا الشاخص عمودا كالعمود ءه ونمده حتى يقطع الخط اب فى النقطة ه وبعد ذلك نقيس ءه ونغرز شاخصا آخر قدر الاول فى النقطة ح المعلومة ونقيم على نهاية ظله عمودا كالعمود ح س المأخوذ بقدر ءه ثم نصل بين النقطتين س و ح بالخط س ح فيكون هذا الخط هو الموازى المطلوب رسمه

فاذا كان لا يمكن الوصول الى الخط المعلوم اب واردنا أن نرسم من النقطة ك التى يمكن الوصول اليها والوقوف فيها خطا موازيا للخط اب المذكور فاننا نرسم قاعدة حيثما اتفقت كالقاعدة س ح (شكل ١٠٥) ثم ننزل من النقطتين ا و ب اللتين هما عبارة عن نهايتى الخط اب المفروض العمودين اے و بد ونصف القاعدة س ح المذكورة بالنقطه ء ونتوهم رسم بد فيقطع العمود اے فى النقطة ے ونتوهم أيضا رسم الشعاع اد فيقطع العمود بد فى النقطة د ثم نصل بين النقطتين ے و د

بالخط ب د فيكون هذا الخط موازيا للخط ا ب المفروض فاذا رسمنا من النقطة ك الخط ك ح موازيا للخط ب د الموازى المذكور الممكن الوصول اليه كان هذا الخط ك ح هو الموازى المطلوب رسمه

طريقة اخرى فى ذلك

واذا كان لا يمكن الوصول الى الخط المعلوم ا ب وأردنا ان نرسم خطا موازيا له فاننا نأخذ خطا كالخط د ه (شكل ١٠٦) ونقسمه الى قسمين متساويين بحيث تكون النقطة ى عبارة عن نقطة تنصيفه ثم نتوهم رسم الشعاع ب ح ونمده فى جهة النقطة ح ونأخذ عليه بعدا حيثما اتفق كالبعد ح ط ونصل بين النقطتين ط و ى بالخط ط ى ونمده على استقامته فى جهة النقطة ل ونأخذ البعد ى ل = ط ى ونصل بين النقطتين ل و ه بالخط ل ه ونمده على استقامته ونصل بين النقطتين ب و ى بالخط ب ى ونمده على استقامته حتى يقطع الخط ل ه فى النقطة ص فتكون هذه النقطة من نقط الخط الموازى المطلوب رسمه ثم نتوهم رسم الشعاع ا د ونمده على استقامته فى جهة النقطة د ونأخذ عليه بعدا حيثما اتفق كالبعد د و ونصل بين النقطتين و و ى بالخط و ى ونمده على استقامته فى جهة النقطة ى ونأخذ البعد و ى = ى ع ونصل بين النقطتين ه و ع بالخط ه ع ونمده على استقامته ونرسم الشعاع ا ى ونمده على استقامته حتى يقطع الخط ه ع فى النقطة س فتكون هذه النقطة من نقط الموازى المطلوب رسمه فاذا وصلنا بين النقطتين ص و س بالخط ص س كان هذا الخط هو الموازى المطلوب

طريقة اخرى فى ذلك

واذا أردنا أن نرسم من نقطة كالنقطة ح التى لا يمكن الوصول اليها خطا موازيا للخط ا ب الذى لا يمكن الوصول اليه ايضا فاننا نقف فى نقطة حيثما

انفقت كالنقطة ل (شكل ١٠٧) ونرسم منها خطا موازيا للخط ا ب المفروض ثم نقيم من النقطة ل المذكورة العمود ل ط على الخط ل و وننزل من النقطة ح التي لا يمكن الوصول اليها العمود ح ى على ل ط فيكون هذا الخط هو الموازي المطلوب رسمه

طريقة رسم الزوايا على الارض

اذا علمنا الخط ب ح والزاوية د هو (شكل ١٠٨) وأردنا أن نرسم على هذا الخط زاوية مساوية للزاوية المعلومة فاننا نأخذ على احد ضلعي هذه الزاوية المعلومة وهو د ه بالابتداء من رأسها بعدا كالبعد ه ح ثم نقيم من النقطة ح العمود ح ط على الضلع د ه المذكور ونمده حتى يقطع ضلعها الآخر في النقطة ط ونقيس هذا العمود ونأخذ على الخط ب ح بالابتداء من النقطة ح بعدا كالبعد ح د يساوي ح ه ونقيم من النقطة د العمود د ى على ب ح ونأخذ عليه البعد د ل = ح ط ونصل بين النقطتين ح و ل بالخط ح ل ونمده على استقامته فتكون الزاوية ل ح ب مساوية للزاوية د هو المعلومة

طريقة اخرى في ذلك

لاجل رسم زاوية مساوية للزاوية المعلومة نأخذ على أحد ضلعي هذه الزاوية المعلومة بالابتداء من رأسها بعدين كالبعدين ه د و ه ط (شكل ١٠٩) ثم نصل بين النقطتين د و ط بالخط د ط فيحدث من ذلك المثلث ط د ه ثم نرسم مثلث ل ب ح على خط ب ح المعلوم مساويا للمثلث ط د ه فتكون زاوية ل ب ح مساوية للزاوية المعلومه ه

فاذا كان لا يمكن الوصول الى ضلعي الزاوية ب ا ح (شكل ١١٠) وكان يمكن مشاهدة رأسها وبعض نقط من هذين الضلعين فقط فاننا نرسم بموجب

الطرق السابقة الضلع ـب َ اَ موازيا للضلع ـب ا والضلع حَ ٦ موازيا للضلع حا فتكون الزاوية ـب َ اَ حَ الحادثة بينهما مساوية للزاوية ـب اح المعلومة

طريقة تقسيم الزوايا المعلومة الى قسمين متساويين

اذا أردنا قسمة الزاوية اـب ح (شكل ١١١) التى يمكن الوصول إلى رأسها والوقوف فى داخلها الى قسمين متساويين فاننا ناخذ بالابتداء من رأسها ـب بعدين متساويين كالبعدين ـب ى و ـب هـ ثم نصل بين النقطتين هـ ى بالخط هـ ى ونقسمه الى قسمين متساويين تكون النقطة و عبارة عن نقطة تنصيفه ثم نصل بين النقطتين ـب و بالخط ـب و ونمده على استقامته فيقسم الزاوية اـب ح الى الزاويتين هـ ـب و و ى ـب و المتساويتين

واذا كان لايمكن الوصول الى رأس الزاوية ـب ح ا (شكل ١١٢) وكان يمكن الوقوف فى داخلها فقط فاننا نرسم داخل هذه الزاوية خطا كالخط اـب ثم نرسم من النقطة ـب خطا يحدث منه مع الضلع ـب ح زاوية تكون عبارة عن نصف مجموع الزاويتين حـ ـب ا و ح ا ـب بمعنى ان هذا الخط يقسم الزاوية ـب اط الخارجة عن المثلث اـب ح الى قسمين متساويين ونأخذ ح ـب هـ بقدر النصف ونمد الضلع ـب هـ الى أن يقطع ضلع الزاوية ح فى النقطة هـ ونقسم الخط المذكور قسمين متساويين تكون النقطة ى عبارة عن نقطة تنصيفه ونرسم الخط ح ى المار بالنقطتين ى و ح التى هى رأس الزاوية المعلومة فيكون هذا المحور هو الخط المنصف لهذه الزاوية

واذا كان لايمكن الوصول الى داخل الزاوية ـب ح ا (شكل ١١٣) المعلومة وكان يمكن الوصول الى رأسها والسير على محيطها فقط فلاجل تنصيفها نمد كلا من ضلعيها على استقامته ونأخذ عليهما بعدين متساويين

كالبعدين

كالبعدين ده وحف ونصل بينهما بالخط فه ثم ننصف الخط فه هذا بالنقطة ى ونصل بينها وبين رأس الزاوية بالخط ىح فيكون هذا الخط هو المنصف المطلوب

ويمكن بعد اقامة العمود حه على ضلع الزاوية حا واخذه بقدر طول هذا الضلع أن نقيم فح عمودا على الوجه ـــح ونأخذه بقدر حه ثم نصل بين النقطتين ف وه بالخط فه وننصفه بالنقطة ى ونصل بين النقطتين ى وح بالخط ىح فيكون هذا الخط هو المنصف المطلوب

طريقة رسم خط مستقيم على ارض ذات موانع

اذا أردنا رسم خط مستقيم بين النقطتين ا وب (شكل ١١٤) اللتين لا يمكن الوصول اليهما وانما يمكن السير على هذا المستقيم الواصل بينهما فقط وفرضنا أن المانع ح ا الموجود يكون عبارة عن بركة مثلا واننا مددنا الحذاء الى شاطئ هذه البركة ثم تيسر لنا بالنظر مشاهدة نقطة أخرى كالنقطة ى الموجودة على استقامة هذا الحذاء فى الجهة الأخرى من المانع المذكور فنضع عليها علامة فى شاطئ الجهة التى نحن بها ثم ننتقل الى النقطة ح ونضع عليها علامة وبواسطة هاتين النقطتين نرسم الحذاء فى الجهة الاخرى من البركة المذكورة فاذا لم يوجد شئ على الحذاء ولم تيسر مشاهدة النقطة المعلومة بداعى وجود مانع مرتفع كجبل أو تل مثلا فاننا نرسم من النقطة التى امتد اليها الحذاء المذكور العمود حسه (شكل ١١٥) على الخط اح ثم نقيم من النقطة سه العمود سح ونأخذ عليه النقطة ح حيثما اتفقت ونقيم منها العمود حى ونقطعه بقدر سح فتكون النقطة ى من نقط الحذاء المطلوب ثم نتم العملية بالمثابة السابقة

طريقة اخرى فى ذلك

وهذه طريقة اخرى فى ذلك هى أن نأخذ النقطتين ه و ى (شكل ١١٦) على الحذاء اح الذى امكن مده الى المانع ونقيم على هذا الحذاء من النقطة ه العمود حس بحيث يكون ه ح = ه س ونقيم من النقطة ى على الحذاء اح المذكور العمود وط ونأخذ البعدين ىو و ىط متساويين ويكون كل واحد منهما اصغر من ه ح ويشترط ان يكون الخطان الواصلان بين النقطتين و و ح و بين النقطتين س و ط متقاطعين فى النقطة ب خارج المانع فاذا وصلنا بين النقطتين س و ط بالخط سطب و بين النقطتين ح و و بالخط ح ول ومددناهما امتدادا كافيا فان الخطين المذكورين يتقاطعان فى النقطة ب خلف المانع فتكون هذه النقطة من نقط الحذاء المطلوب و بمثل ما تقدم تتعين منه نقطة أخرى كالنقطة ك وبهاتين النقطتين تتم هذا الحذاء فان عرض فى أثناء رسم الحذاء المذكور مانع كبلد أو بيوت أو غابات او نحو ذلك فهناك طرق أخرى تستعمل فى مده

مثلا اذا علمنا النقطتين ا و ب (شكل ١١٧) اللتين يمكن الوصول اليهما وأردنا رسم الخط الواصل بينهما وفرضنا انه تيسر لنا مد الحذاء المطلوب الى نقطة كالنقطة ى ثم عرض لنا مانع كبلد و بيوب وغير ذلك من الاشياء المبينة على الرسم فى الشكل فاننا نرسم من النقطة ى المذكورة خطا كالخط ىح يتكون منه مع الحذاء الاصلى زاوية قدرها نصف قائمة ونأخذ على هذا الخط نقطة كالنقطة ح ثم نقيم من هذه النقطة العمود حس على الخط حى المذكور بحيث يكون هذا العمود متباعدا عن المانع ونقطعه بقدر ذلك الخط فتكون النقطة س من نقط الحذاء و بمثل ما تقدم تتم عملية الحذاء بين النقطتين س و ب المذكورتين.

طريقة قياس خط لا يمكن السير عليه

اذا أردنا قياس الخط ا ب (شكل ١١٨) الذى لا يمكن الوصول الى نهايتيه نتوهم من النقطة ب رسم العمود ب ح على الخط المذكور ثم نقيس هذا الخط ونعين نقطة تنصيفه وهى ء ونقيم العمود ح ىه ونعلم اتجاهه على الارض ونتوهم الخط المار بالنقطتين ء و ا ونمده حتى يقطع العمود ح ىه فى النقطة اَ ثم نقيس البعد حاَ فنتحقق أنه مساو للخط ا ب المطلوب قياسه

تنبيه يمكن عوضا عن تنصيف الخط المذكور أن نعين النقطة ء على ثلث الخط ب ح (شكل ١١٩) أو على ربعه أو على خمسه أو على أى مقدار منه فيكون الخط ح ه عبارة عن ثلث الخط ا ب المفروض أو عن ربعه أو عن خمسه أو عن أى مقدار منه فاذا ضربناه فى النسبة كان حاصل الضرب عبارة عن طول الخط المطلوب وبهذه الطريقة يمكن قياس عرض نهر ونحوه

واذا أردنا قياس الخط ا ىه (شكل ١٢٠) الذى لا يمكن الوصول الى نهايتيه ولا يتأتى المسير عليه نرسم الخط المستقيم ب ح على أرض أفقية تقريبا ثم ننزل عليه من النقطتين ىه و ا العمودين ىه ح و ا ب ونمدهما على استقامتهما وننصف الخط ح ب بالنقطة ء ونتوهم وصل الشعاعين ىه ء و ا ء ونمدهما على استقامتهما حتى يقطعا العمودين ىه ح و ا ب فى النقطتين اَ و ىهَ ثم نصل بين هاتين النقطتين بالخط اَ ىهَ ونقيسه فيكون قدر الخط المطلوب قياسه

واذا فرضنا أن الارض الواقعة خلف الخط ب ح غير كافية لاجراء العملية بالمثابة السابقة فاننا نأخذ البعدين ء ل و ء لَ (شكل ١٢٠) متساويين بحيث يكون مجموعهما مساويا بالنصف القاعدة أو ثلثها أو لربعها ثم نقيم العمودين ل ع و لَ عَ ونمدهما حتى يقطعا امتداد الاتجاهين ء ا و ء ىه فى النقطتين ع و عَ ونصل بين هاتين النقطتين بالخط ع عَ ونقيسه

فيكون عبارة عن نصف الخط المفروض او عن ثلثه أو عن ربعه فاذا ضربناه في النسبة تحصل البعد المطلوب

واذا أردنا قياس الخط اب (شكل ١٢١) الذى وان كان يمكن الوصول الى نهايتيه الا أنه لا يتأتى السير عليه بسبب وجود مانع كالبركة ط الواقعة على استقامته فاننا نقيم من النقطة ا عمودا كالعمود اح طوله حيثما اتفق ونقسمه الى قسمين متساويين بالنقطة ء ونرسم من هذه النقطة الخط ءس موازيا للخط اب ثم نتوهم وصل الشعاع حب فيقطع ءس في النقطة ه ونقيس البعد ءه فيكون هذا البعد عبارة عن نصف الخط اب المطلوب قياسه

واذا ضعفناه تحصل قياس الخط المفروض ويمكن عوضا عن جعل النقطة ء في منتصف العمود اح جعلها في ثلثه أو في ربعه أو في خمسه فيكون الخط الموازى الذى يمر بهذه النقطة وينتهى بالشعاع حب عبارة عن ثلث الخط المطلوب أو عن ربعه أو خمسه

واذا فرضنا أن المانع المذكور قد منع من اجراء العملية بالمثابة السابقة فاننا نقيم من النقطة ا العمود اه (شكل ١٢٢) ومن النقطة ه العمود هس وننزل من النقطة ح العمود حء على هس ثم نضرب ءه في نفسه ونضم اليه حاصل ضرب التفاضل بين حء, اه في نفسه ونأخذ جذر الناتج فيكون هذا الجذر عبارة عن مقدار اح المطلوب

بيان بعض طرق عملية مستعملة في قياس الابعاد بوجه التقريب

قد تقدم بيان الطرق المستعملة في قياس الابعاد بالجنزير والخطوة ونحوهما ولنشرح الآن بعض طرق مستعملة في قياس الابعاد بوجه التقريب فنقول لما كان ينبغى لضباط الجهادية أن يكونوا متمرنين على قياس الابعاد

والمسافات كان من الواجب على كل ضابط أن يعرف طول خطوته بالنسبة للمتر ومقدار المسافة التى يقطعها فى الدقيقة الواحدة مبينا بالامتار وقد دلت التجاريب العديدة على ان خطأ القياس الذى يقع فى بعد قدره مائة متر تقريبا يكون عبارة عن ٠,٥٠ متر ان لم تكن الارض أو طريق السير مشحونة بموانع كغابات وتلال وجسور ونحوها بشرط أن لا يكون الميل أقل من ١/١٢ ولا بد من معرفة خطوة بعض الدواب المعدة للركوب كخطوة الحصان مثلا المساوية بالتجربة فى الاشكين ٠,٨٠ م وفى الالغار ١,٢٠ م وفى الهجوم ٤ متر ومقدار المسافات المقطوعة فى الدقيقة الواحدة يعلم مما تقدم بالنظر الى أحوال السير المتنوعة ويجب أن يكون النظار متعودا على قياس الابعاد بدون احتياج الى اجراء عملية قياس ويؤخذ من التجاريب أن النظر المعتاد يتيسر له تمييز شبابيك المنازل على ٤٠٠٠ متر تقريبا ان كان الجو صافيا ولم تكن هناك موانع تمنع من المشاهدة وأن الانسان والحصان يظهران للناظر كنقطة على بعد ٢٢٠٠ متر وان اجزاء الحصان تكون ظاهرة ظهورا بينا على بعد ١٢٠٠ متر وأنه يمكن بالنظر تمييز حركات الانسان على بعد ٨٠٠ متر وأن مشاهدة رأسه تتيسر على بعد ٤٠٠ متر

طريقة معرفة قياس الاشياء بدون اجراء عملية قياس

طريقة معرفة قياس الاشياء بدون اجراء عملية قياس هى أن نأخذ قطعة من الخشب كالقلابة المعتادة الاستعمال فى الكتابة وتكون وهو الاحسن متعددة السطوح بمعنى أنها تكون مسدسة أو مثمنة وهلم جرا بل يكون عدد سطوحها على العموم مساويا بالمقدار عدد الاشياء الموجودة على الارض بكثرة التى يراد تقدير ابعادها كالمساكن والاشجار والخيول والجبال وبنى آدم والمنارات والمراكب ونحو ذلك ويكتب على أحد سطوح القلابة المذكورة مثلا منازل

وعلى الثانى أشجار وعلى الثالث بنى آدم وعلى الرابع مراكب وعلى الخامس منارات وهلم جرا وتحفظ بهذا التقسيم بقصد استعمالها عند الحاجة اليها وطريقة تقسيمها بالنسبة لكل من الاشياء المذكورة فاننا أردنا تقسيمها بالنسبة الى المساكن مثلا فاننا نقعد فى مبدأ الامر على بعد مائة متر من المنزل ونمسك المسطرة باليد اليمنى ونمد الذراع الايمن مدا أفقيا بحيث تكون هذه المسطرة عمودية على المنزل المذكور ثم نحرك ابهام اليد حتى يكون هو والنظر والنهاية السفلى للمنزل على استقامة واحدة ونعلم على محل الابهام بحز مطوى أو خلافها ونكتب فوقه ١٠٠ متر وبعد ذلك نتباعد عن المنزل بمقدار ٢٠٠ متر ونعلم بحز على خط ٢٠٠ متر فوق المسطرة بالمثابة السابقة وبمثل ذلك نعلم بحزوز على خطوط ٣٠٠ متر و ٤٠٠ و ٥٠٠ وهكذا الى نهاية المسطرة وما أجريناه فى وجه المسطرة الاول بالنسبة للمساكن نجريه فى أى وجه من أوجهها بالنسبة الى شئ آخر فتنقسم المسطرة بهذه الكيفية الى الاقسام المطلوبة ومتى أردنا استعمالها ومعرفة البعد الذى يطلب قياسه نمسكها باليد اليمنى ونجعل أسفلها مع النظر على استقامة أسفل الشئ المرصود ونحرك الابهام حتى يكون هو والنظر ونهاية الشئ المذكور على استقامة واحدة ونقرأ العدد المكتوب عليها تحت الابهام فيكون هو البعد الواقع بين الراصد والشئ المرصود تقريبا

طريقة أخرى فى ذلك

وهنالك طريقة أخرى فى ذلك هى ان نمسك باليد اليمنى مسطرة تكون منقسمة بالمثابة السابقة بحيث تكون رأسية (شكل ١٢٣) ونجعل الابهام والنظر ونهاية هذه المسطرة على النهاية العليا للشئ المرصود ونحصى عدد الاقسام ونحفظه ثم نضرب ارتفاع الشئ المعلوم فى طول الذراع الذى هو عبارة عن ٦٥ و٠ متر ونقسم الحاصل على عدد أقسام المسطرة فيكون

الناتج من ذلك هو البعد المطلوب تقريبا و يمكن استعمال المسطرة المذكورة في قياس البعد الواقع بين نقطتين توجد بينهما موانع تمنع من اجراء عملية القياس بالجنزير وغيره الا انه يتأتى الوصول الى احدى النهايتين والوقوف فيها (أي في احدى النقطتين) وطريقة ذلك هي ان تقيم على الارض من النقطة ا (شكل ١٢٤) عمودا على البعد او المطلوب معرفة مقداره ونأخذ عليه البعد اب مساويا لمقدار ٥٠ خطوة أو ١٠٠ ونضع علامتين احداهما في النقطة ا والاخرى في النقطة ب والاولى أن يوضع في النقطتين المذكورتين شخصان بدل هاتين العلامتين ان كان هناك اشخاص لانه يمكن في هذه الحالة ان احد هذين الشخصين يشتغل بقياس البعد اب الذى مقداره محدد وان الراصد لا ينتقل من مكانه

وعند وقوف الشخص المذكور في النقطة ب يقف الراصد في النقطة و ويمسك المسطرة بيده اليمنى وهي ممدودة بحيث تكون هذه المسطرة عمودية على ذراعه وشاغلة لوضع أفقي و يكون أحد طرفيها هو ونقطة النظر والشاخص او الشخص الواقف في الجهة اليمنى على استقامة واحدة و يكون ابهام اليد اليمنى والنظر والشاخص او الشخص الواقف في الجهة اليسرى على استقامة واحدة ثم يقرأ العدد المكتوب على المسطرة و يحفظ و بعد ذلك يضرب البعد الواقع بين الشخصين في طول الذراع الذى مقداره ٦٥ , ٠ متر و يقسم الحاصل على البعد المحدد على المسطرة فيكون الناتج من ذلك هو البعد المطلوب وحيث انه لا تعلق لهذه الطريقة الا ببعد النظر فهي من الطرق الصحيحة المضبوطة الاستعمال في الابعاد التي يزيد طول الواحد منها على ١٥٠٠ متر وبها يمكن رسم قطعة من الارض بغاية السرعة والضبط الكافي في الاعمال العسكريه وسيأتي شرح ذلك وايضاحه في محله

طريقة معرفة عدد درج الزاوية

الواقعة بين ثلاثة اشياء

طريقة معرفة عدد درج الزاوية الواقعة بين الراصد الواقف فى النقطة ح والبرج ء والشجرة ه (شكل ١٢٥) هى ان يقف الراصد المذكور فى النقطة ح ويمسك بيده مثلث رسم ويجعل اح الذى هو احد اضلاع الزاوية القائمة متجها جهة حء ثم يضع المسطرة المقسمة على الضلع الآخر من القائمة بحيث لايخرج طرف المسطرة عن نهاية المثلث ويحرك ابهام اليد اليمنى حتى يكون هو ونقطة النظر والشجرة ه على استقامة واحدة وبعد ذلك يعلم على هذا المقدار ويحفظه وعند اجراء عملية رسم الزاوية المذكورة ينقل على الورق العدد الذى يجده على المسطرة بالابتداء من النقطة ب وهو مقدار احد اضلاع المثلث القائم الزاوية وأما ضلعه الثانى فهو عين ضلع مثلث الرسم المستعمل فى العملية والزاوية ب ح ا المطلوبة تقدر على الورق بالرق كما تقدم وبهذه الطريقة يتأتى للراصد تقدير جميع الزوايا الواقعة بينه وبين الاشياء المختلفة التى يراد تعيينها فى كافة الاوضاع ولما كان الخطأ فى تلك العملية لايزيد على درجة واحدة كان لاينشأ عنه ضرر فى الاعمال العسكرية

ولاتستعمل الطريقة المذكورة الا فى قياس الزوايا التى لايزيد مقدار الواحدة منها على ٤٥ وأما الزوايا التى تزيد مقاديرها على ذلك فينبغى تقسيمها ليسهل قياسها ويمكن تقدير الزوايا والابعاد أيضا بواسطة خريطات البلاد التى يجرى بها العساكر حركاتهم ولذا يجب أن يكونوا مستصحبين لها حيث انه يتوصل بالاعتماد على هذه الخريطات الى عمل خريطة أى قطعة من ارض البلد بغاية السرعة وسيأتى ايضاح ذلك فى محله ولايصعب قياس الابعاد الافقية بواسطة الخريطات فاننا ان اردنا قياس البعد الواقع بين بلدين كفى ان نفتح البرجل ونضع احد سنيه فى الخريطة على احد البلدين وسنه الآخر

على

على البلد الآخر فتكون فتحة هذا البرجل عبارة عن مقدار الطول الذي يطلب تحويله الى المقياس

كيفية قياس الارتفاعات

هذه المسئلة مشتملة على عدة أحوال نذكر منها هنا حالتين فنقول

الحالة الاولى وفيها عدة طرق

الطريقة الاولى

اذا أردنا معرفة ارتفاع برج أو منارة أو منزل أو شجرة أو نحو ذلك كالارتفاع ا ب الذي يمكن الوصول الى أسفله فاننا نصنع مثلثا قائم الزاوية من ثلاث قطع من الخشب كالمساطر ونحوها مثلا بحيث يكون ضلعا الزاوية القائمة المذكورة متساويين ثم نقف في نقطة حيثما اتفقت كالنقطة ـه (شكل ١٢٦) ونمسك المثلث باليد بحيث يكون أحد ضلعي القائمة أفقيا أو موازيا لسطح قطعة الارض الواقعة بيننا وبين البناء ثم نحرر النظر على استقامة الوتر ء ه فان مر امتداده بالنقطة ا التي هي نهاية البناء فاننا نعلم على النقطة التي نكون واقفين فيها ونقيس البعد الواقع بينها وبين أسفل البناء المذكور ونضيف اليه مقدار طول قامتنا فيكون الناتج من ذلك عبارة عن مقدار الارتفاع المطلوب فان لم يمر الوتر ء ه بنهاية البناء فلا نزال نتأخر أو نتقدم الى ان يمر الوتر المذكور بنهاية ذلك البناء ان كان برجا مربعا أو مستديرا أما ان كان منتهيا بنقطة (شكل ١٢٧) فينبغي أن يضاف الى الناتج السابق مقدار نصف ضلع المربع ان كانت القاعدة مربعا او نصف

الضلع العمودى على الضلع الذى يكون الراصد متجها اليه ان كانت القاعدة المذكورة مستطيلا ونصف قطرها ان كانت مستديرة

الطريقة الثانية

اذا أردنا معرفة ارتفاع بناء كالبناء هو (شكل ١٢٨) فاننا نأخذ شاخصا يكون طوله مساويا بالمقدار ضعف طول قامة الراصد ونغرزه فى النقطة ح غرزا عموديا على الارض ثم نقف خلفه فى النقطة ى بحيث يكون الشعاع البصرى للراصد مارا بنهاية هذا الشاخص المغروز فى النقطة ح المذكورة وبنهاية البناء ثم نقيس البعد الكائن بين قدم الراصد وأسفل البناء ونضرب الناتج فى مقدار طول قامة الراصد ونقسم الحاصل على البعد الكائن بين قدم الراصد والشاخص ونضيف الى الناتج مقدار نصف طول هذا الشاخص فيكون المتحصل من ذلك عبارة عن مقدار الارتفاع المطلوب

الطريقة الثالثة

اذا اردنا معرفة ارتفاع البناء هو (شكل ١٢٩) فاننا نغرز الشاخص سح المقدر بالمتر أو بالذراع الذى يكون مقدار طوله ثلاثة أذرع مثلا بحيث يكون هذا الشاخص بعيدا عن ظل البناء ونقيس فى وقت واحد ظل البناء وظل الشاخص وننظر مقدار مرات احتواء ظل البناء على ظل الشاخص فيكون هو عدد مرات احتواء ارتفاع البناء على طول الشاخص أى مقدار ارتفاع البناء مقدرا بطول الشاخص فاذا فرضنا أن ظل الشاخص ضعف طول الشاخص أى ستة أذرع فيكون ارتفاع البناء نصف ظله وان كان ظل الشاخص ذراعين أى ثلثى ارتفاعه كان ارتفاع البناء قدر ظله مرة ونصفا

الطريقة الرابعة

اذا أردنا معرفة ارتفاع البناء هى (شكل ١٣٠) فاننا نأخذ مثلثا قائم

الزاوية من مثلثات الرسم ونقف فى نقطة تكون فيها عين الراصد شاغلة لرأس الزاوية القائمة ويكون أحد ضلعيها مارا باتجاه أعلى البناء والضلع الآخر باتجاه أسفله ثم نقيس البعد الكائن بين النقطة التى يكون الوقوف حاصلا بها وبين أسفل البناء ونضرب به فى نفسه ونضيف الى الناتج حاصل ضرب ارتفاع نظر الراصد فى نفسه ونقسم الناتج على مقدار ارتفاع نظره فيكون المتحصل من ذلك هو مقدار الارتفاع المطلوب

الطريقة الخامسة

اذا أردنا معرفة ارتفاع البناء ده (شكل ١٣١) فاننا نأخذ مرآة ونضعها فى نقطة كالنقطة ح مثلا بحيث يتأتى للواقف فى النقطة ب أن ينظر النهاية العليا معكوسة فى المرآة أو فى ماء مظروف فى آنية ثم نقيس البعد الكائن بين المرآة وأسفل البناء ونضرب به فى مقدار طول قامة الراصد ونقسم الحاصل على البعد الكائن بين الراصد والمرآة فيكون الناتج هو مقدار الارتفاع المطلوب فان كان البعد الكائن بين الراصد والمرآة مساويا لمقدار طوله كان البعد الكائن بين البناء والمرآة عبارة عن مقدار الارتفاع المطلوب

الحالة الثانية

اذا أردنا معرفة ارتفاع بناء كالبناء سك (شكل ١٣٢) الذى لا يمكن الوصول الى أسفله لوجود مانع يمنع من ذلك فاننا نأخذ شاخصين طول أحدهما متران وطول الآخر أربعة أمتار ونغرز الشاخص الصغير فى النقطة صه ثم نأمر شخصا معه الشاخص الآخر الكبير بالتحرك بيننا وبين البناء وننبه عليه أن يغرزه فى نقطة كالنقطة ل بحيث يكون الشعاع المار بالنقطة ا التى هى نهاية الشاخص الصغير والنقطة د التى هى نهاية

الشاخص الكبير مارا أيضا بالنقطة س التى هى نهاية البناء ثم نقيس البعد الكائن بين النقطتين د و صه ونطلق عليه اسم المسافة الاولى وبعد ذلك ننتقل الى نقطة كالنقطة ء على الحذاء صه ك ونجرى العملية السابقة بالشواخص ثم نقيس البعد ءم الكائن بين الشاخصين الكبير والصغير ونطلق عليه اسم المسافة الثانية ونقيس البعد ءصه الكائن بين موضعى الشاخص الصغير ونقسمه على باقى طرح المسافة الثانية ءم من المسافة الاولى صه د وتطلق على الناتج اسم النسبة ولاجل معرفة الارتفاع المفروض نضرب هذه النسبة فى الفرق بين طولى الشاخصين المذكورين فيكون الحاصل هو مقدار الارتفاع المطلوب وهذا المقدار يكون مبينا بالامتار ان كان القياس حاصلا بالمتر وبالاذرع ان كان حاصلا بالذراع واذا أردنا معرفة البعد الكائن بين الراصد وبين البناء فاننا نضرب النسبة فى المسافة الاولى فيكون المتحصل من ذلك مساويا لمقدار البعد الكائن بينه و بين أسفل البناء المذكور الذى لا يمكن الوصول اليه وهذا المقدار يكون مبينا بالامتار ان كان القياس حاصلا بالمتر وبالاذرع ان كان حاصلا بالذراع

مختصر فى أخذ صورة الارض

كيفية رسم صورة الاراضى والاماكن

صورة الارض يستدل عليها برسم اصطلاحى تشاهد عليه جميع الاشياء الموجودة فوق سطحها بحيث يكون بين هذه الاشياء المبينة فى الرسم على الورق و بين نظيرتها على الارض نسبة ثابتة تعرف بالمقياس والاشياء التى تؤخذ صورتها هى فى العادة الطرق والمسالك ومجارى المياه على اختلاف أنواعها والرياض والحدود والغابات والاجمات والمراعى والبرك والبحيرات وجميع المبانى سواء كانت من الحجارة أو من الطوب أو من الخشب وكانت

مجتمعة متصلة ببعضها ومكونة ابلاداً كبيرة أو صغيرة أو متفرقة منعزلة عن بعضها كالمنازل المشيدة فى الخلا والسواقى والطواحين ونحوها

وحيث ان رسم محيط الاشياء وحده لا تتم به صورة الارض فينبغى ان نبين فوق الرسم صورة الاماكن المرتفعة والمنخفضة ولذا يلزم انقسام عملية الرسوم بالنظر لصورة الارض الى عمليتين احداهما عملية المسطح والاخرى عملية الهيئة والميزانية

بيان المقياس

يطلق على النسبة الواقعة بين الشئ المرسوم على الورق وبين نظيره على الارض اسم المقياس ويستدل على هذه النسبة بكسر بسطه الواحد ومقامه واحد متبوع باصفار مثلا النسبة $\frac{1}{10000}$ تدل على ان كل بعد من أبعاد الرسم يكون أصغر من نظيره الموجود فى قطعة الارض التى أخذت صورتها بمقدار عشرة آلاف مرة بمعنى ان الطول الذى مقداره على الارض عشرة أمتار يكون مبينا فى الرسم على الورق بمقدار مليمتر واحد والخط الذى طوله على الارض ٢٠ مترا يكون مبينا على الورق بمقدار ٠,٠٠٢ متر والخط الذى طوله على الارض ٣٠ مترا يكون مبينا على الورق بمقدار ٠,٠٠٣ متر والخط الذى طوله عليها ١٠٠٠ متر يكون مبينا على الورق بمقدار ٠,١ متر والذى طوله عليها ٢٠٠٠ يكون مبينا على الورق بمقدار ٠,٢ متر وجميع الخطوط الارضية التى طول الواحد منها على الارض أقل من عشرة أمتار تكون مبينة على الورق بمقدار أقل من المليمتر الواحد وحينئذ فكل هذه الخطوط يكون مبينا فى الرسم على الورق بأجزاء من المليمتر بمعنى ان الخط الذى طوله خمسة امتار على الارض يكون مبينا على الورق بمقدار نصف مليمتر والخط الذى طوله عليها متر واحد يكون مبينا على الورق بمقدار عشر المليمتر فان كان المقياس عبارة عن

١/٢٠٠٠٠ دل على ان كل عشرين مترا عـلى الارض تكون مبينة فى الرسم على الورق بمقدار مليمتر واحد وان كل مائة متر على الارض تكون مبينة على الورق بمقدار خمسة مليمترات والمقياسان المذكوران انما يستعملان بالنظر لاخذ صور الاراضى فى الاستكشافات العسكرية ويمكن ان يستعمل معهما المقياس ١/٥٠٠٠ فى اخذ صورة قطعة ارض يطلب بيان تفاصيلها بالضبط والدقة

وبالجملة فكلما كانت احاد المقام كبيرة كان المقياس صغيرا وكلما كان عدد احاد المقام قليـلا كان المقياس كبيرا وحيث ان الرسم تابع للمقياس فينبغى استعمال مقياس كبـير ان اريد رسم جميع الاشياء الظاهرة فوق سطح الارض بطريق البيان والايضاح واستعمال مقياس صغير بالعكس ان كان لايراد غير بيان المهم من الاشياء الموجودة على سطح الارض ويستخرج المقياس الذى يطلب استعماله من انقسام اكبر خط من خطوط الارض الى ضلع الورق

ولاجل حفظ المقياس يرسم خط مستقيم فى اسفل فرخ الرسم ويقسم الى اقسام متساوية كل واحد منها يدل على عدة عشرات او مئات من الامتار والقسم الاخير منها الواقع فى جهة الشمال ينقسم الى عشرة اقسام متساوية فائدتها الدلالة عـلى احاد المقياس وعشراته التى تكتب فوق الاقسام للدلالة عليها ويوضع الصفر على يمين القسم الواقع فى جهة الشمال ويكتب فوق المقياس فى الوسط مقياس الرسم (شكل ١٣٢)

بيان عملية المسطح

هذه العملية تتوقف فى اجرائها على معرفة امرين احدهما قياس الابعاد وثانيهما كيفية توجيهها بحيث تكون مشكلة عـلى الورق بالصورة التى هى عليها فى الارض وقد تكلمنا فيما تقدم على كيفية القياس بالطرق المختلفة

ولنتكلم الآن هنا على كيفية توجيه الاجزاء الارضية وعلى رسمها ونوضح ذلك بمثال ونفرض قبل كل شيء ان الورق الذى يراد الرسم عليه يكون ملصوقا على لوح من الخشب او على مقوى من الورق لكونها اخف فى الحمل من اللوح المذكور ونفرض ايضا ان النقطة الارضية التى يطلب اخذ صورتها تكون مشتملة على نهر و بعض طرق وابنية فنقول

ينبغى عند الشروع فى الشغل ان نقف فى نقطة كالنقطة ا (شكل ١٣٤) ونجعلها مبدأ للعمل ونجعل المقوى شاغلة فيها الوضع افقى تقريبا ونعلم على مسقط هذه النقطة على حسب الاختيار والارادة ويكون ورق الرسم موضوعا فى هذه النقطة وضعا موافقا بحيث يمكن رسم قطعة الارض بتمامها على الفرخ ثم نغرز فى النقطة م التى هى مبدأ الطريق م ط شاخصا او علامة من الحجر ونغرز فى نهاية الاستقامة ص شاخصا اخر او نضع علامة اخرى ان كانت الطريق خالية عن الاشجار وغيرها من الاشياء الدالة على استقامتها و بعد ذلك نضع المسطرة او المقياس على النقطة ا المذكورة ونحرك هذه المسطرة حتى تصير فى الاتجاه م ص ونجر خطا بالرصاص ثم نقيس ام ونضعه محولا الى المقياس على الورق بالابتداء من النقطة ا فيتعين مسقط النقطة م ونقيس م ص ونعلم على مسقط النقطة ص ونقيس عرض الطريق ونرسم خطا موازيا للخط م ص ونعلم على مسقط النقطة ر التى هى مبدأ الطريق ر ه كما مر ثم ننتقل الى النقطة م ونجعل مسقطها فوقها او نطبق المسطرة على الخط المرسوم فوق الورق فى اتجاه ام ثم نضع المسطرة على مسقط النقطة م ونحركها حولها دون ان تغير وضع المقوى الى ان تصير هذه المسطرة فى الاتجاه م طَ ونعين النقطة طَ ثم نقيس عرض الطريق م طَ ونرسمها بالطريقة السابقة و بعد ذلك ننتقل الى النقطة طَ ونجعل مسقطها فوقها بالضبط ونوجه الرسم بالنسبة للخط م طَ

ثم نثبت المقوى ونحرك المسطرة حول مسقط النقطة طَ ونرسم الاتجاه طَ كَ على الورق ونحدد الطريق وننتقل الى النقطة ك ونجعل مسقطها فوقها ونوجه الرسم بالنسبة للخط ك طَ ونثبت المقوى ونأخذ اتجاه الطريق ك ل وحيث ان هذه الطريقة ليست مستقيمة فنرسم شعاعا يمر بالنقطة ك وبالنقطة ل التي هي نهاية الطريق ونتوهم بالنظر رسم انكسارات للطريق بالنسبة للشعاع المذكور وبهذه المثابة تتحدد الطريق المذكورة ثم ننتقل الى النقطة ل ونرسم الطريق ط ع ف وحيث ان النقطة ص معينة من قبل فنصل بينها وبين النقطة ط بخط فان كانت العملية صحيحة فان البعد ص ط المأخوذ على الورق لا يزيد ولا ينقص عن مقداره على الارض ثم نضع المقوى فى النقطة ط وبمثل ما تقدم نعين النقطة د ونعين على حذائها نقطة من النهر كالنقطة دَ ثم نرسم الاتجاه د و ونعين النقطة و ونعين على حذائها نقطة من النهر كالنقطة وَ ونصل بين النقطتين وَ و دَ بخط تكون صورته فى الرسم على الورق كصورة نظيره على الارض فيكون هذا الخط جزءا من شاطئ النهر ثم نقف فى النقطة و ونرسم الطريق ه و ونعين النقطة ه وحيث أن النقطة ر معينة من قبل فنصل بينها وبين النقطة ه بخط فيكون هذا الخط هو اتجاه الطريق ويلزم للتحقق من صحة العمل ان طوله على الورق لا يزيد ولا ينقص عن طول نظيره على الارض وبالمثابة السابقة تكون صور الاشياء الموجودة على سطح الارض مبينة فى الرسم على الورق وحيث انه لا بأس بتكميل اخذ صورة النهر فنسير على احد شاطئيه ونكمله من المبدأ الى النهاية ولاجل رسم الشاطئ المقابل للشاطئ المذكور نعين عدة نقط منه بهذه الكيفية وهى ان نعين عرضه فى جملة أوضاع بالطرق السابقة ونضعه عند نظائر هذه الاوضاع على الورق فتتعين عدة نقط فنصل بينها بخط فيكون هو الشاطئ المطلوب (شكل ١٣٤)

فان

فان كانت القطعة الارضية التي اقتضى الحال اخذ صورتها مشتملة على منازل واسواق ونحوهما كالمنزل المبين في الرسم بالرمز ع مثلا فاننا نتوهم رسم شعاع متجه الى احدى زواياهذا المنزل ونحن واقفون في النقطة ا ونقيس البعد الكائن بينها وبين هذه النقطة فنحدد تلك الزاوية ثم ننتقل الى النقطة م ونتوهم منها رسم شعاع متجه الى زاوية موجودة مع الزاوية الاولى في حائط واحد من المنزل المذكور ونحددها ونصل بين هاتين الزاويتين المحددتين بخط فيكون هو الحائط ثم نرسم باقي حيطان هذا المنزل ونتممه وبمثل هذه الطريقة نرسم القرية المبينة في الرسم بالرمز ح

تنبيه ينبغي ان نقسم الطرق وحدود الغيطان وشواطئ الانهر التي ليست مستقيمة ولا مركبة من خطوط مستقيمة الى أجزاء صغيرة ونرسمها بالمثابة السابقة وجميع الاشياء التي توجد داخل الطرق والحدود في جهتي اليمين والشمال ترسم بالنظر لقياس ابعادها ونسبتها الخطوط مرسومة في مبدأ الامر بالطرق المتقدمة

مثلا اذا فرضنا ان الحال اقتضى أخذ صورة طريق معوجة كالطريق اح ك د (شكل ١٣٥) الواصلة بين طريقين آخرين فاننا نرسم الشعاع ا ب الواصل بين نهايتيها ثم نعين عدة نقط من الحرف اح ك بواسطة أعمدة نقيمها على ا ب ونعين أيضا عدة نقط من الحرف ك د بواسطة أعمدة نقيمها على ا ب ثم نصل بين النقط المذكورة بخط فيكون هو اتجاه الطريق المذكورة فاذا كان يوجد بيت ابرة فانه يمكن اختصار العملية بهذه المثابة وهي أننا اذا أردنا أن نرسم شكلا كالشكل حءط د س (شكل ١٣٦) الكائن على الطريق حء نضع المقوى في النقط ة ح ونرسم الاتجاه ح ح ونعين النقطة ح بمثل ما تقدم وبدون أن نغير وضع المقوى نضع بيت الابرة في احدى زواياها العليا بالجهة اليمنى أو اليسرى ونحركها الى ان تنطبق الابرة

على خط الشمال والجنوب ثم نرسم أضلاع بيت الابرة بحيث يتكون منه شكل ونبين جهة الشمال بكتابة أو بعلامة ونبين بهذه الكيفية جهة الجنوب أيضا وننتقل بعد ذلك الى النقطة ح ونضع فيها المقوى وضعا يكون فيه مسقطها منطبقا عليها ونضع بيت الابرة بالمحل المخصص له في زاوية المقوى ونحركها حتى تتجه الابرة الى خط الشمال والجنوب بحيث يكون الطرف الشمالى من هذه الابرة واقعا في جهة الشمال ويكون طرفها الجنوبى واقعا في جهة الجنوب وعند ذلك تكون المقوى قد أخذت الاتجاه اللازم فنتركها ثابتة في هذا الوضع ونوجه المسطرة الى النقطتين ى و ه ونرسم الاتجاهين حى و حه ونعين النقطتين ى و ه المذكورتين ثم ننتقل الى النقطة ى ونجرى بها ما أجريناه في النقطة ح لاجل توجيه المقوى الى الاتجاه اللازم وبعد ذلك نرسم ى د و ى ط وننتقل الى النقطة ط ونجرى بها ما أجريناه في النقطة ى لاجل توجيه المقوى الى الاتجاه اللازم ونعين الاتجاه ط ل والنقطة ل فان كان ل ه مساويا لنظيره على الورق بلا زيادة ولا نقص كانت العملية صحيحة والا فهى غير صحيحة

و بمثل ذلك يمكن تعيين نقط من أشياء شهيرة في الجهة اليسرى من الطريق ح ى وبهذه الكيفية يسهل أخذ صورة قطعة من الارض

ويمكن أيضا بالاتكاء على قاعدة كالقاعدة ا ب (شكل ١٢٧) تحديد نقط من جسر أو من نهر أو من طريق لا بعملية قياس بل بالوقوف في النقطة المذكورة وكيفية ذلك أنه يلزم بعد الوقوف في النقطة ب ان نوجه المقوى الى الاتجاه اللازم بواسطة بيت الابرة ثم نثبتها ونحرك المسطرة حول مسقط النقطة ب الى أن تمر بنظيرتها على الارض ثم نرسم شعاعا بالرصاص ونحرك المسطرة حول مسقط النقطة ا الى أن تمر بنظيرتها على الارض ونرسم شعاعا يقطع الشعاع الاول في النقطة د وبمثل ذلك نعين النقط ح و ى و ه و ...

وتصل بينهما بخط فيكون هو الشئ المطلوب

ويؤخذ مما تقدم طريقة سهلة بها ترسم حدود الاشياء بالسير عليها بشرط أن تشاهد نقطتان من الارض يكون مسقطاهما معلومين على الورق

وفيما ذكرنا كفاية لاخذ صورة قطعة أرض قليلة الاتساع فان كانت القطعة الارضية التي يقتضي الحال أخذ صورتها متسعة جدا وجب تقسيم عمليتها الى قسمين مقساويين أحدهما خاص بأخذ الصورة الاساسية وهو عبارة عن رسم عدة نقط شهيرة من نقط الارض تنتخب بحيث يتأتى منها مشاهدة باقي الاشياء الارضية وثانيهما هو عبارة عن رسم التفاصيل والحدود والاشياء التي تكون موجودة على القطعة الارضية المذكورة ومحصورة بين النقط المنتخبة المذكورة ويتوصل الى أخذ الخريطة الاساسية بعدة طرق نذكر منها هنا طريقتين فنقول

الطريقة الاولى

اذا وجدت خريطة للجهة المشتملة على القطعة الارضية التي يقتضي الحال أخذ صورتها لزم أن تنقل على المقوى النقط الاساسية بالنسبة للمقياس المفروض ويصير الاعتماد عليها والمرور بالارض ترسم الاشياء الكائنة بين تلك النقط

الطريقة الثانية

اذا لم توجد خريطة مشتملة على تلك القطعة وجب أن نأخذ قاعدة بقدر طول هذه القطعة الارضية بحيث تكون هذه القاعدة واقعة في أرض مستوية تقريبا ويتأتى من نهايتيها مشاهدة معظم الاشياء المنتشرة على سطحها ثم نعين عدة نقط في جهتي اليمين والشمال من تلك القاعدة التي ان كانت غير كافية لزم ان نعتبر أحد الخطوط الواصلة بين كل اثنتين من

النقط المحددة حولها كقاعدة ثانية ولعين عدة نقط فى جهتى اليمين والشمال من هذه القاعدة الجديدة و يتوالى العمل هكذا حتى يتم أخذ صورة الخريطة الاساسية ثم نشرع فى اجراء العملية الثانية ونتمم الرسم بالطرق المتقدمة لكنه يلزم أن لاتكون القاعدة أقل من ٤٠٠ متر وأن أصغر الزوايا الحادة لايكون أقل من ٣٠ درجة وأن أكبر الزوايا المنفرجة لايزيد على ١٢٠ درجة والاحسن أن تكون المثلثات الحادثة متساوية الاضلاع ما أمكن حتى تتحدد النقط التى يقتضى الحال تعيينها بطريق الضبط

بيان طريقة استعمال آلة الاعمدة المعروفة بمثلث المساح

هذه الآلة تستعمل فى أخذ صورة قطعة من الارض أوفى رسم تفاصيلها وكيفية ذلك أن نفرض فى وسط هذه القطعة الارضية قاعدة كالقاعدة سه (شكل ١٣٨) ونسير عليها الى أن نصير بالتقريب فى اتجاه العمود النازل من النقطة ا على القاعدة سه و المذكورة ونضع الآلة بحيث يكون ثقبان من ثقوبها على استقامة سه و ويكون الخط المار بالثقبين العمودين على هذين الثقبين مارا بالنقطة ا ثم نقيس سه ط و ط ا ونحولهما الى المقياس ونرسمهما على الورق فتتحدد بهذه الكيفية النقطة ا المذكورة وبهذه المثابة تتعين جميع النقط الاخرى وهى ب و ح و ه و و ع فاذا رأينا أن بعض الاعمدة وقع على استقامة القاعدة فانه يلزم ان نمد هذه القاعدة ونعرف مواقع الاعمدة فان كان هناك موانع تمنع من امتداد تلك القاعدة فى جهتى اليمين والشمال وجب توصيل نهايتيها مع النقط التى تكون أعمدتها خارجة عنها كالنقطتين ب و ف مثلا فيتكون من ذلك المثلثان ف و سه و ب سه ع اللذان يمكن قياس أضلاعهما الثلاثة وحينئذ لا يتعذر

رسمهما وتحديد النقطتين ب و ف بالطرق المتقدمة

ويمكن بدون وصول الى رؤس الشكل أن نأخذ صورته بالآلة المذكورة وطريقة ذلك أن نرسم خطين عمودين على بعضهما كالخطين ع د و ع م (شكل ١٣٩) وننزل من كل نقطة من نقط الشكل كالنقطة ح مثلا عمودين احدهما على ع د والآخر على ع م ونقيس بعدى موقعى هذين العمودين عن النقطة ع ثم نرسم ذلك على المقوى فتتحدد النقطة ح وبهذه المثابة يتعين باقى النقط

ويمكن استعواض تلك الآلة بأى شئ يوجد فيه خطان عمودان على بعضهما وذلك كقطعتين من الخشب مسمرتين معا أو كالمثلث المصنوع من الحبل الذى سبق بيان استعماله فى اقامة الاعمدة أو كاحدى المساطر المثلثية القائمة الزاوية أو كاحدى المقوات ونحو ذلك

ويمكن بالقياس وحده أن نرسم الشكل وطريقة ذلك أن نفرض أن الحال يقتضى رسم شكل كالشكل* ا ب ح د ه (شكل ١٤٠) فنتوهم من احدى زوايا هذا الشكل توصيل اشعة الى باقى رؤسه فينقسم بهذه المثابة الى مثلثات يلزم ان نقيس أضلاعها ونرسمها على الورق فاذا فرضنا أنه لا يمكن الوصول الى اثنين من رؤسه كالرأسين ه و د مثلا فيجب بعد تعيين المثلث ا ب ح أن نتكئ على ضلعه ا ح ونحدد الزاويتين ا ح ه و ح ا ه ونرسم المثلث ا ح ه بعد معرفة ضلع وزاويتين منه بالطرق السابقة فتتحدد النقطة ه ويمثل ذلك تتحدد النقطة د واذا فرضنا أنه لا يمكن الوصول الى كافة رؤس الشكل المذكور فنعتبر احد اقطاره وهو ا ح قاعدة وعلى هذه القاعدة نرسم المثلثات التى يصير تحديدها بالطرق السابقة فان تعذر اعتبار أحد اقطار ذلك الشكل كقاعدة نأخذ قاعدة خارجة عنه ويمثل ما تقدم نرسمه

---

* وبالطريقة الآتية يسهل رسم قطعة من الارض أو ابنية موجودة عليها

بالسرعة والضبط الكافى وهذه الطريقة هى أن نقسم سطح ورق الرسم الى مربعات يكون ضلع كل واحد منها مساويا لاحد أضلاع الشكل ويكون بينه و بين وحدة المقياس نسبة صحيحة مثلا اذا فرضنا ان المقياس المعتبر فى الرسم هو ١/١٠٠٠٠ أى ان المليمتر الواحد يدل فى هذا الرسم على عشرة أمتار فانا نجعل ضلع المربع ٠٫٠٠٥ أو ٠٫٠١٠ بمعنى أنه يكون مقابلا لضلع من الارض طوله ٥٠ مترا أو ١٠٠ متر ولنفرض فى هذا المثل أن طول الضلع المذكور يكون ١٠٠ متر وأن طول الضلع ا ب (شكل ١٤١) الذى صار الابتداء به يكون ١٠٠ متر فيكون مسقطه هو ا ب المذكور الذى هو أحد أضلاع المربع ولاجل تحديد نقطة كالنقطة و نفرض أننا أنزلنا من هذه النقطة عمودا على الضلع ا ب وان بعده الى النقطة ا يكون ٧٥ مترا و يكون طوله ١٠٠ متر فتكون النقطة و المذكورة موجودة على ثلاثة أرباع الضلع الاعلى من المربع الثانى المرسوم على يسار المربع الذى ضلعه ا ب وهذا يسهل تحديد النقطة و وبالنسبة الى النقطة و تحدد بهذه المثابة النقطة ف و بالنسبة اليها تحدد النقطة ع وهكذا يحدد باقى النقط بالتدريج واذا فرضنا ان الشكل مرسوم بالنسبة الى قاعدة موجودة فى داخله كالقاعدة ا ح مثلا فنعتبر أحد الخطوط المرسومة على الورق قاعدة وحينئذ يمكن بالنسبة لهذه القاعدة بدون استعمال برجل ولا مقياس تحديد النقط التى قيست أبعادها على الارض بالنسبة للقاعدة المعلومة

وسهولة الطريقة المذكورة توجب كثرة استعمالها فى رسم المبانى وكيفية اجراء العمل بها هى أننا نفرض أن المقياس المعتبر فى الرسم هو ١/٥٠٠٠ بمعنى ان المليمتر الواحد يدل فى هذا الرسم على ٥ أمتار ونفرض أيضا أن مقدار كل واحد من أضلاع المربعات يكون مساويا فى الرسم المذكور لمقدار ١٠ مليمترات بمعنى أنه يكون مساويا لمقدار ٥٠ مترا على الارض ثم ننظر الى

ا كبرضلع من اضلاع البناء لاجل وضعه فى الورق على طوله فاذا فرضنا أنه حصل قياس الخط هو (شكل ١٤٢) ووجدنا أنه يساوى ٣٠٠ مترفان هذا الخط يكون عبارة عن قاعدة أربعة مربعات فترسمه ونقيم على نهايتيه عمودين وتقطع على احدهما البعد هء من جهة وعلى الآخر البعد او من جهة أخرى ثم نقيم من النقطتين ء ا عمودين ونقطع على أحدهما ءح من جهة وعلى الآخر اب من جهة أخرى ونقيم من النقطة ت عمودا ونمده على استقامته الى الخط هو فيحدد بذلك حائط المنزل أو البستان وانما اردنا أن نرسم داخل المنزل فاننا نبدأ بتعيين الباب الذى يسير الدخول منه اليه ونعين بالطريقة السابقة حوشه ان اقتضى الحال ذلك

تنبيه ينبغى فى مثل هذا الرسم أن نعين الجهات الاربع لاجل تمييز جهة الشرق من جهة الغرب وجهة البحرى من جهة القبلى فى المنزل أو من الشئ الذى يراد رسمه اذ بدون ذلك لا نعلم حقيقة وضع البناء ولا يفهم الرسم ويمكن بالمثابة السابقة رسم طريق أو نهر مع ما حولهما من الاشياء كالمنازل والغابات والجبال ونحو ذلك ولنمثل لذلك بنهر يراد رسمه مع الاشياء الموجودة على شاطئيه فنفرض أن ا (شكل ٤٣) هى نقطة الابتداء وان الجزء اب مستقيم وأن طوله يساوى ٢٠٠ متر وان ضلع المربع يساوى ١٠٠ متر ونضع النقطة ا المذكورة فى الوضع الموافق لها على الورق بحيث تنحصر الطريق مع الاشياء المقتضى رسمها فى فرخ الرسم ثم نرسم الخط اب ونقطع عليه مقدار بعده وبالنسبة اليه نرسم باقى النهر مع الاشياء الموجودة على يمينه مثلا ونعين نقطة من حدود الغابة كالنقطة د ونبينها على الورق وبعد ذلك نرسم الجزء المنحنى من النهر مع الاشياء الموجودة على يساره ونعين حدود البركة ونرسم المنزل المنعزل ح والطريق المارة بالجبل ع و محيط البلد ه وسائر الاشياء الموجودة على يمين النهر وعلى يساره ونرسم بالنظر الاشياء غير الشهيرة من حدود الغيطان ونقدر الابعاد تقديرا تقريبيا بالنسبة

للاشياء المرسومة ويمكن في مثل هذه الحالة تقدير الابعاد بالزمن بمعنى أنه اذا كانت الدابة المركوبة تقطع مقدار ١٠٠ متر في الدقيقة الواحدة كان مقدار ضلع المربع عبارة عن دقيقة واحدة من الزمن وبناء على ذلك تقدر جميع الاشياء بالزمن ونضعها على الرسم

تنبيه اذا كان النهر طويلا وجب استعمال مقياس صغير كما سبق وبيت الابرة يستعمل في أخذ صورة طريق أو نهر أو جسر أو نحوه وكيفية ذلك هي أن نحدد الاتجاه اب ونرسمه على المقوى ونفرض أن الخطوط الرأسية هي الخطوط الجانبية المغناطيسية ونقطع عليه مقدار بعده ثم نعين اتجاهات باقي الاشياء الموجودة على يمين النهر وعلى يساره مع الطرق ونشرع في رسمها شيأ فشيئا الى أن تتم الصورة المقتضى رسمها وفي هذا القدر كفاية وينبغي عند وجود خريطات مشتملة على ما يراد رسم صورته أن تؤخذ منها عدة نقط بقصد الارتكان عليها في العملية

ملحوظات يلزم في اثناء أخذ خريطة قطعة من الارض أن ترسم تفاصيل الارض الموجودة بالقرب من الخط المتبع وتهيء صورتها بالنظر على الورق وينبغي على العموم اتباع الطرق السلطانية بدون اضطرار الى السير عليها والاجتهاد من وقت الى آخر في الانتهاء بالعمل الى نقط اساسية مرسومة بقصد الوقوف على الحقيقة والاشياء المقتضي رسمها هي الطرق السلطانية والطرق الكبيرة التي من ضمنها سكك الحديد ومنافذ الغابات والاورمانات والانهر والخلجان والترع والبرك والبحيرات والعيون وازقة البلدان والمدن ومحيطاتها والمباني المنعزلة كالمنازل والورش والقصور والسواقي والطواحين والقناطر والمعادي والمخاضات وما أشبه ذلك وفي أخذ صورة المدن والبلدان يبتدأ عادة بتحديد المحيط بالدقة وبيان جميع منافذ الشوارع والازقة وذلك بأن نتبع احدها ثم نتحول الى الازقة الاخرى واحدا بعد واحد من أولها الى آخرها

ثم

ثم ندخل الى داخل المنازل ونحدد حيشانها وما فيها من البساتين ونحوها و ينبغى فى أخذ صورة الاورمانات أن نرسم المحيط ومنافذ السكك والمسالك ونتبع أحدها فى السير ونرسم ما يوجد بها من السكك المتقاطعة نستمر على العمل بهذه المثابة الى أن يتم أخذ صورة الاورمانات جميعها ويجب أن نحدد الاماكن المرتفعة من الارض برسم قاعدتها ونحدد أيضا الاماكن المنخفضة منها ونرسم فى أثناء عملية المسطح بالتدريج الموانع الارضية كالبحار والغدران والمهاوى وغيرها من الموانع

ولا بد من تحديد محيط قاعدة الجبال وتعيين نهاياتها وبيان المنافذ الكائنة بينها وأخذ صورة الاورمانات وما بينها من الاشياء ورسم منابع المياه والانحدارات الكبيرة والصغيرة

وحيث انه يتعذر فى كثير من الاحوال أخذ صورة الارض لعدم وجود المدة أو بسبب ظهور العدو والانتقال من الوضع المشغول بالعساكر على حين غفلة فيجب على رئيس الجيش أن يرسل من طرفه ضابطين بقصد المرور على الارض بالسرعة واستكشافها فى أقرب وقت واخباره بجميع أحوالها ويلزم أن يكون لهذين الضابطين اعتياد على تقدير الابعاد والزوايا وعلى كيفية تصور رهيئة الاشياء على اختلاف أنواعها حتى يتأتى لهما أن يوضحا للرئيس على مسودة الاشياء المقتضى معرفتها وان يجيبه كلاهما عما يسأله عنه

وفى هذه الحالة لا تختلف القواعد المتبعة فى تقدير الأبعاد والزوايا عن القواعد المتقدمة حيث انها دائما عبارة عن خطوط مستقيمة ينبغى ان تمد الى ان تمر بنقط شهيرة وبخطوط متوازية او بأعدة وحدات وتقاطعات كما سبق والطرق المستقيمة تنتخب فى العادة قاعدة وكيفية كشف الارض من جميع جهاتها هى أن يصعد المتريط باجراء عملية الكشف على برج او على منارة او على مكان مرتفع ونعين بالتقريب النقط الشهيرة ونرسم على الورق بالنسبة للخط الاساسية المرسومة من قبل ونحقق الاشياء المرسومة بالنسبة

الى بعضها كلما حصل الانتقال من وضع الى آخر وحيث ان الطرق تكون
كثيرة الاعوجاج في البلاد الكثيرة الموانع كالاراضي الجبلية مثلا وانه
لا يصح اعتبارها قواعد فالاولى ان تعتبر في الوديان المتسعة بعض اشياء
شهيرة كالاشجار والطواحين ونحو ذلك ويتكئ عليها في الرسم ويجعلها
كنقط اساسية تتعين بالنسبة اليها مجاري المياه وغيرها من الاشياء
الارضية فان كان الوادي قليل الاتساع او كان مشحونا بالغابات والموانع
فانا نصعد على اماكن مرتفعة كالروابي ونجد منه بطريق التقريب
نقطتين شهيرتين ونعتبره قاعدة ونعين نقطا اخرى بالنسبة اليه ويلزم
في الاراضي الجبلية ان تتعين مبادي الوديان واتجاهاتها ونهايات الجبال
والمسالك والطرق وحيث ان الاشياء لا تظهر بحال واحد على ابعاد مختلفة
بل ان اجزاءها والوانها تتغير بالنسبة الى تباعدها والى هيئة الجو والى
كون الاشعة الواصلة من الاشياء الى الابصار تنتشر بالنسبة الى مربع
الابعاد فيجب عند تقدير ابعاد الاشياء المذكورة ان تكون منسوبة
لاشياء اخرى واقعة بينها فيظهر مثلا عند صفاء الجو ان الاشياء واضحة
وتبدو للناظر كانها قريبة منه ويظهر انها غير واضحة اذا كان
الجو غير صاف والاشياء المستوية السطوح تعكس الاشعة الشمسية اكثر
مما عداها من الاشياء التي سطوحها غير منتظمة والاشياء الاولى تلوح
للابصار كانها قريبة منها والاشياء المرتفعة عن الافق تكون في الصباح
اكثر ظهورا في جهة الغرب وتكون كذلك في جهة الشرق عند غروب
الشمس فاذا نظر الانسان الى الاشياء من الاعلى الى الاسفل ظهر له ان
بعدها اقل منه في حالة ما اذا نظر اليها من الاسفل الى الاعلى فان زاد البعد
على ١٢٠٠ مترا وعلى ١٥٠٠ تعذر تقديره بالضبط بحسب تعليات
الارض ويتراءى للناظر ان الجبال الكبيرة الابعاد قريبة منه وان كان

الامر بخلاف ذلك وبالجملة فان كثرة الاعتياد والتمرن على هذه الامور تساعد الضباط على مثل هذه الاشغال مساعدة كلية

بيان تقدير الابعاد بالصوت

يمكن تقدير الزمن بالصوت وطريقة ذلك هي أن نلاحظ الزمن الذي يمضي بين ظهور النور وسماع الصوت عند اطلاق قطعة من الاغوات النارية ونحول هذا الزمن الى ثوان ونضرب الناتج ٣٤٠ مترا الذى هو مقدار سرعة الصوت فى الثانية الواحدة فيكون حاصل الضرب عبارة عن البعد الواقع بين الراصد وبين محل الآلة النارية تقريبا وهذا البعد يتنوع بحسب جهات الرياح وقوتها فيزيد أو ينقص بمقدار عشرة أمتار فى الثانية الواحدة ان كانت الرياح معتادة و بمقدار ثلاثين مترا ان كانت شديدة فاذا كان اتجاه الريح والصوت واحدا فانه يلزم تنقيص البعد المذكور بمقدار حاصل ضرب عدد الثوانى فى عشرة أمتار أوفى ثلاثين مترا على حسب ما تكون الرياح معتادة أوشديدة فان كان اتجاه الريح مضاد الاتجاه الصوت وجب اضافة هذا الحاصل الى البعد المقدر المفروض

وحيث انه لا يمكن فى كثير من الاحوال اجراء عملية الرسم بمجرد المرور بالارض التى يراد أخذ صورتها فان لم توجد خريطات للجهات التى تكون الاعمال جارية بها فانه يجب على الضباط المنوطين بالاستكشاف أن يلتقطوا الاخبار من افواه أربابها ويأخذوا بمقتضاها وبحسب ما لاحظوه عند المرور بالارض صورة تقريبية لها و يؤسس عليها أمير الجيش عملياته والاشخاص الذين يعتمدون على اخبار ياتهم هم الذين تكون لهم معرفة ووقوف تام على حقيقة الارض بسبب كثرة مرورهم عليها وهؤلاء الاشخاص هم أرباب الصيد والقنص والسعاة وأمثالهم وينبغى المقارنة بين الاخباريات

وتميز صادقها من كاذبها لاجل التجنب عن الوقوع فى الخطأ والاشياء التى يجب الاستعلام عنها هى أحوال الطرق والانهر والخلجان واتجاهاتها وتباعد البلاد عن بعضها وعن المدن الشهيرة القريبة منها والبعيدة عنها وحدود الاخطاط والاقسام والمديريات والقناطر ومجامع الطرق والغابات والبحيرات والبرك وما أشبه ذلك والابعاد تقدر بالزمن والاولى أن تكون الاخباريات مقيدة كل واحدة منها على حدته فى دفتر مخصوص

طريقة تحضير الارض على الرسم وتشكيلها

هذه الطريقة هى عبارة عن الجزء الثانى من عملية رسم الارض والغرض الاصلى منها التوصل الى تشكيل الاشياء الموجودة على سطح الارض مرتفعة كانت أو منخفضة ولاجل الحصول على هذا الغرض يفرض أن الارض منقسمة الى طبقات بسطوح مستوية موضوعة فوق بعضها على أبعاد متساوية فيصير سطحها مقطوعا بخطوط منحنية ان رسمت على الورق دلت على الاماكن مرتفعة كانت أو منخفضة

وينبغى لاجل تقريب الاشياء فى التدريس للافهام وسهولتها عليها أن تتوهم تلا يكون مغمورا بالمياه وان هذه المياه تترك عند أخذها فى الهبوط والانحطاط بالتدريج على سطح هذا التل منحنيات كالمنحنيات المبينة فى هذا الشكل (شكل ١٤٤) بالرموز ب بَ و دَ د و وَ و ع عَ و دَ دَ التى هى عبارة عن تقاطع السطوح التى ذكرناها فى التل المذكور وقد تكون تلك المنحنيات متباعدة عن بعضها كثيرا كلما كان ميل السفح كبيرا كما هو ظاهر فى السفح د ب ومتقاربة من بعضها كثيرا كلما كان ميل السفح قليلا كما هو ظاهر فى السفح المقابل ا م فان كان هبوط المياه حاصلا بالتساوى فان ارتفاع الطبقات يكون واحدا وهذا الارتفاع المأخوذ

بالاختبار يكون فى العادة مساويا بالمقدار ٢,٥٠ متر أو ٥ متر ان كان المقياس المستعمل فى الرسم ١/١٠٠٠٠ والمقدار يختلف من ٥ متر الى ١٠ متر ان كان المقياس المستعمل فى الرسم ١/٢٠٠٠٠ فان كان المقياس المستعمل فى الرسم ١/٤٠٠٠٠ فالارتفاع المذكور يكون مساويا بالمقدار ٢٠ متر وان كان المقياس المستعمل فى الرسم ١/٨٠٠٠٠ فان هذا الارتفاع يكون مساويا بالمقدار ٤٠ متر وحيث ان الطبقات الموجودة فى الارض حادثة من تلال منعزلة أو مجتمعة ذات انحدارات مستقيمة فيمكن تطبيق ما ذكرناه فى المثال السابق بالنسبة الى تل واحد على جميع الاراضى مهما كانت صورتها

والظاهر أنه لا ينشأ عن اجتماع تلين معا انخفاض كبير أو صغير بينهما وبناء على ذلك تكون المنحنيات الحادثة من تقاطع السطوح تابعة لهما فى تقلباتهما ومتشكلة بشكلهما ولاجل رسم الطبقات المذكورة يلزم فى مبدأ الامر ان تعلم ارتفاعات النقط الشهيرة والاماكن المرتفعة وبعد ذلك ترسم الطبقات الدالة عليها

ولنفرض مثلا أنه يوجد انحدار يكون مبتدئا بالنقطة ا ومنتهيا بالنقطة هـ على الطريق اهـ (شكل ١٤٥) فنبدأ فى العملية بتعيين ارتفاع هذا الانحدار بهذه المثابة وهى اننا نعلق شاقولا كالشاقول هـف فى وسط المقوى التى يكون الورق ملصوقا عليها ونجعل هذه المقوى شاغلة لوضع يكون فيه هذا الشاقول منطبقا على خط مرسوم على ظهر تلك المقوى رسما عمودياً على حرفها الاعلى اح ونقف فى اسفل الانحدار بحيث نكون متجهين الى اعلاه ونمسك المقوى باليد بشرط أن تكون رأسية على استقامة النظر ثم نعمل بعلامة على النقطة د التى هى نقطة تقاطع الشعاع البصرى مع الانحدار ونتنقل اليها ونجرى العملية بالمثابة السابقة ونعمل بعلامة

على نقطة تقاطع الشعاع البصرى مع الانحدار ايضا وتنتقل اليها ويتوالى العمل هكذا الى أعلى الانحدار ثم نضرب البعد الكائن بين قدم الراصد وبصره فى عدد التنقلات فيكون حاصل الضرب عبارة عن ارتفاع الانحدار تقريبا فاذا فرض ان هذا الارتفاع قد علم وان مقداره يساوى ٢٦ مترا مثلا وفرض أيضا ان ارتفاع الطبقات المنحنية هو بحسب المقياس عبارة عن ٢٫٥٠ فان قسمنا ٢٦ مترا على ٢٫٥٠ كان الناتج قطع النظر عن الكسر مساويا للمقدار ١٠ وهو عدد الطبقات فان قسمنا البعد اه الى عشرة اقسام متساوية تعينت نقط هى نقط مرور الطبقات المذكورة ولنتوهم طريقا أخرى كالطريق اد (شكل ١٤٥) تكون تابعة لاسفل الجبل وأفقية فيتعين بالطريقة السابقة ارتفاع نقطة من نقط السفح كالنقطة ح عن النقطة و العليا الواقعة معها فى سطح عمودى على اتجاه السفح الموجود على يمين الطريق المذكور فبأن كان هذا الارتفاع مساويا بالمقدار ٢٦ متر فان النقطتين ح و ه تكونان من نقط طبقة واحدة وان كان الارتفاع المذكور أكبر أو أصغر من ٢٦ مترا فان النقطة ح لا تكون من نقط الطبقة المارة بالنقطة ه بل تكون من نقط طبقة غيرها فاذا قسمنا هذا المقدار وهو ٢٦ على ٢٫٥٠ أيضا كان الناتج بقطع النظر عن الكسر مساويا للمقدار ١٠ فان قسمنا الخط هو الى عشرة أقسام تعينت نقط فنصل منها بين كل نظرتين من الخط اه ونحن مشكل بشكل الطبقة وبهذه المثابة تتعين نقط اخرى ويتوالى العمل حتى تتم المنحنيات وعلى هذا المنوال تتعين هيئة الطبقات الارضية المكونة للاماكن المرتفعة ويمكن بالطريقة السابقة مقارنة الجدارين ببعضهما متى علم بعداهما عن نقطة ثابتة وارتفاعهما عنها مثلا حيث ان البعد من النقطة و الى النقطة ح هو ٢٠٠ متر وارتفاع

النقطة ح عن النقطة و هو ٣٦ مترا والبعد من النقطة ا الى النقطة ﻫ هو ٨٠٠ متر وارتفاع النقطة ﻫ عن النقطة د هو ٢٦ مترا فيكون الانحدار فى البعد الاول عبارة عن ١٣ مترا فى كل مائة متر ويكون الانحدار فى البعد الثانى عبارة عن ٣,٢٥ متر فى كل مائة متر والظاهر ان البعد الاول اكبر من الثانى بمعنى ان الانحدار من النقطة ا الى النقطة ﻫ لطيف يسهل السير عليه بالراحة بخلاف الانحدار من النقطة و الى النقطة ح فهو صعب العبور والطريقة السابقة وان كانت مطولة لاسيما بالنسبة الى الاراضى الجبلية الكثيرة الموانع الا انه متى اعتاد نظر الانسان على رسم الجبال وتشكل طبقاتها وطبقات الارض امكن بعد تعيين عدة اوضاع بالضبط أن تعين بالتقريب ارتفاعات أخرى مجاورة لها وبالنسبة اليها ترسم طبقات الارض أولا فاولا كما حصل التقدم فى رسم المسطح ويمكن المقارنة بين عدة ارتفاعات لاى نوع من الجبال أو التلال مثلا اذا أردنا المقارنة بين ثلاثة جبال كالجبال ﻫ و م و ى (شكل ١٤٦) فاننا نقف فى نقطة ما بحيث يكون الشعاع البصرى مارا بنهاية الجبل الذى هو أقل هذه الجبال ارتفاعا ونعلم بعلامة على نقطة تقاطعه مع الجبلين الآخرين ﻫ و ى فيظهر ان النقط الثلاث ا و ب و ح تكون شاغلة لافق واحد ثم نعين بالنسبة الى النقطة ح الباقى من الجبل الى ﻫ وبالنسبة الى النقطة ا الباقى من الجبل الآخر الى ى وبعد ذلك نرسم الطبقات الارضية بالتقريب وبهذه الطريقة يمكن المقارنة بين الارتفاعات المجاورة لبعضها بالنسبة للاوضاع التى تكون هى بهاثم نرسمها وعلى كل فمن المهم أن نرسم أسفل الجبال ونهاياتها بالمثابة التى يرسم بها المسطح لكى نرسم بينها الطبقات الارضية بالتدريج عند المرور بها

فاذا لم يكن المراد رسم الطبقات الارضية بل كان الغرض معرفة ارتفاع وا

انخفاض نقطة واحدة أو عدة نقط عن بعضها أو عن نقطة أخرى كالنقطتين ا و ب (شكل ١٤٧) مثلا فاننا نأخذ عصا منقسمة الى أمتار والى أجزاء من المتر ونقف في النقطة ا ونضع العصا في النقطة ب وننظر الى نقطة تقاطع الشعاع البصري الافقي بالعصا المذكورة ونعلم عليها بعلامة ونقرأ العدد ونطرح منه ارتفاع بصر الراصد عن الارض فيكون باقي الطرح عبارة عن مقدار انحطاط النقطة ب عن النقطة ا وبمثل ذلك نعين ارتفاع النقطة ح عن النقطة ب وباقي النقط فان كان الخط طويلا وأردنا معرفة انحطاط أو ارتفاع نهايته عن أسفله فلأجل السهولة ننسب جميع نقط الخط المفروض لسطح يمر من فوق النقط الابتدائية ومن فوق أعلى نقطة من هذا الخط ونفرض ان مقدار ارتفاع السطح المذكور عن النقطة ا يكون عبارة عن ١٠٠ متر ونكتبه بذاتها فان كان مقدار ارتفاع بصر الراصد عبارة عن ١,٥٠ متر مثلا وكان الشعاع المار ببصره مقابلا للعصا على بعد ٣ أمتار فوق النقطة ب فان انحطاط هذه النقطة عن النقطة ا يكون عبارة عن ١,٥٠ متر وحيث ان بعد السطح عن النقطة ا المذكورة مساو لمقدار ١٠٠ متر فيكون بعد النقطة ب عن هذا السطح مساو بالمقدار ١٠١,٥٠ لانها منحطة عن النقطة ا بمقدار ١,٥٠ فاذا كانت النقطة ح مرتفعة عن النقطة ب بمقدار ٢ متر كان ارتفاع السطح عنها بناء على ما سبق عبارة عن ٩٩,٥٠ واذا كانت النقطة ء منحطة عن النقطة ح بمقدار ٠,٥٠ متر كان ارتفاعها بالنسبة الى هذه النقطة عبارة عن ١٠٠ متر بمعنى انها تكون مع النقطة الاولى في أفق واحد

فاذا أردنا معرفة فرق التوازن بين نقطتين أو معرفة ارتفاع جبل لاجل رسم الطبقات الارضية فاننا نستعمل هذه الطريقة وهي اننا نفرض ان النقطة ا (شكل ١٤٨) تكون من نقط الجبل وأن النقطة ت من نقط القاعدة وان

وان هاتين النقطتين تكونان معلومتين على المسطح فان امكن قياس الزاوية ب تيسر رسم المثلث ا ب ا حيث انه يتأتى رسم المثلث القائم الزاوية متى علمت منه زاوية غير القائمة وضلع كما سبقت الاشارة الى ذلك فى محلها وبقياس الارتفاع ا ا على الرسم يعلم فرق التوازن ولاجل قياس الزاوية ت نضع فى مركز علبة الرسم شاقولا ونجعل المخنى بحيث يكون الى أسفل ونوجه القطر الى النقطة ب ونقرأ الزاوية الواقعة بين اتجاه الشاقول ونصف القطر العمودى على القطر فتكون هى الزاوية المطلوبة أو نرسم على ظهر المقوى نصف دائرة قطرها أحد أضلاع هذه المقوى ونقسمها الى ١٨٠ درجة ونصل بين المركز ونقط التقاسيم بخطوط ونعلم على نقط تقاطع الخط المذكورة دون غيرها فى دائر المقوى المذكورة ونقسم كل قسم الى قسمين أو الى ثلاثة أقسام أو الى أربعة لاجل معرفة أجزاء الدرج فان كان الثقل فى المركز تعينت الزاوية بمثل ما تقدم وتلك المقوى هى عبارة عن آلة تستعمل فى أخذ صورة الارض والميزانية معا ولا تحتاج معها فى العمل الى كثرة الآلات وتعددها

و يمكن بواسطة الحساب معرفة فرق التوازن بين عدة نقط من خط حيثما اتفق بعد معرفة زاوية الانحدار وطريقة ذلك هى أن يضرب البعد بين كل نقطتين فى الظل الطبيعى للانحدار و يؤخذ عشر الناتج فيكون هذا العشر عبارة عن فرق التوازن أو الارتفاع المطلوب للشئ

والظل الطبيعى يعلم من الجدول الآتى بالابتداء من درجة واحدة الى ٤٥ درجة وهو موجود فى حذاء الدرجات المكتوبة فى الخانة الاولى والثالثة والخامسة

تقريب

اقدار	ظل طبيعي	اقدار	ظل طبيعي	اقدار	ظل طبيعي
١	٠,١٧٥	١٦	٢,٨٦٧	٣١	٦,٠٠٩
٢	٠,٣٤٩	١٧	٣,٠٥٧	٣٢	٦,٢٤٩
٣	٠,٥٢٤	١٨	٣,٢٤٩	٣٣	٦,٤٩٤
٤	٠,٦٩٩	١٩	٣,٤٤٣	٣٤	٦,٧٤٥
٥	٠,٨٧٥	٢٠	٣,٦٤٠	٣٥	٧,٠٠٢
٦	١,٠٥١	٢١	٣,٨٣٩	٣٦	٧,٢٦٥
٧	١,٢٢٨	٢٢	٤,٠٤٠	٣٧	٧,٥٣٦
٨	١,٤٠٥	٢٣	٤,٢٤٥	٣٨	٧,٨١٣
٩	١,٥٨٤	٢٤	٤,٤٥٢	٣٩	٨,٠٩٨
١٠	١,٧٦٣	٢٥	٤,٦٦٣	٤٠	٨,٣٩١
١١	١,٩٤٤	٢٦	٤,٨٧٧	٤١	٨,٦٩٣
١٢	٢,١٢٦	٢٧	٥,٠٩٥	٤٢	٩,٠٠٤
١٣	٢,٣٠٩	٢٨	٥,٣١٧	٤٣	٩,٣٢٥
١٤	٢,٤٩٣	٢٩	٥,٥٤٣	٤٤	٩,٦٥٧
١٥	٢,٦٧٩	٣٠	٥,٧٧٤	٤٥	١٠,٠٠٠

مثلا اذا فرض أن زاوية الانحدار عبارة عن ٣ درجات وان البعد بين النقطتين ا و ه (شكل ١٤٩) مساو لمقدار ٣٥٠ مترا فيكون الظل الطبيعى المقابل ٣ درجات فى الجدول عبارة عن ٠,٥٢٤ فاذا ضرب هذا المقدار فى ٣٥٠ مترا فان حاصل الضرب يكون عبارة عن ١٨٣,٤٠ وبأخذ عشر هذا الحاصل يكون الناتج ١٨,٣٤ متر وهو الارتفاع المطلوب للنقطة ه عن النقطة ء أو هو الارتفاع ءه ويطلق على ارتفاعات النقط بالنسبة للسطح المفروض المعروف بسطح المقارنة اسم مناسيب النقط وتكتب مقاديرها فى العادة قريبا من هذه النقط بين قوسين مثلا اذا فرض ان منسوب النقطة ا هو ٣٠ متر لزم أن يكتب هكذا (٣٠) ومتى علم منسوب نقطة علم منسوب النقط التابعة لها واذا فرض ان منسوب النقطة ا معلوم وأريد معرفة منسوب النقطة ه التى شوهد أنها مرتفعة عن النقطة ا بمقدار ١٨,٣٤ فاذا طرح من منسوب النقطة ا ارتفاع النقطة ه كان الباقى وهو ٨١,٦٦ عبارة عن منسوب النقطة ه فتكتب بحذائها كما سبق ومتى علم منسوب النقطة ه علم منسوب النقطة ح وهلم جرا

فاذا كان سطح المقارنة مأخوذا تحت نقطة من نقط الارض كما هو الواقع فى كثير من الاحوال لزم أن تحسب المناسيب كما سبق انما ينبغى ان يعلم ان المنسوب عوضا عن أن يكون كبيرا كلما كانت النقط منخفضة كما فى الطريقة الماضية يكون هنا صغيرا بمعنى ان المناسيب تكون كبيرة كلما كانت النقط مرتفعة مثلا منسوب النقطة ه المذكور فى المثال السابق هو عبارة عن ضم ارتفاع النقطة ه عن النقطة ا على منسوب النقطة ا فالناتج وهو ١١٨,٣٤ يكون عبارة عن منسوب النقطة ه (شكل ١٥٠) وبهذه المثابة تحسب مناسيب جميع النقط وقد ذكرنا فيما تقدم انه يلزم لمعرفة فرق

التوازن بين نقطتين ان نقف فى واحدة منهما ونعين ارتفاع النقطة الاخرى على شاخص و يلزم لكيلا يحصل خطأ عند التقدير ان لايزيد البعدين النقطتين المذكورتين على ١٠٠ مترا وعلى ١٥٠ مترا فاذا كان البعد كبيرا فالاوفق أن نقف فى منتصف المسافة ونبدأ بوضع الشاخص فى النقطة ب ونقرأ الارتفاع ونأخذ الفرق بين الارتفاعين فنحصل على فرق التوازن المطلوب

واذا أردنا عمل ميزانية خط طويل جدا فاننا نقسمه الى مسافات كل واحدة منها لاتزيد على ٣٠٠ متر مثلا ونقف فى منتصف البعد الواقع بين كل نقطتين وننظر مرة الى الامام ومرة الى الخلف ونكتب فى جدول نظرات الامام فى خانة منه ونظرات الخلف فى خانة أخرى ثم نجمع كافة النظرات الامامية على حدتها والخلفية على حدتها ونجرى عملية الطرح فيكون الباقى هو فرق التوازن بين النقطتين الابتدائية والانتهائية و يكون الانخفاض واقعا فى جهة الحاصل الاكبر بمعنى انه اذا كان حاصل النظرات الامامية أكبر من حاصل النظرات الخلفية كانت النقطة الابتدائية منحطة عن النقطة الانتهائية واذا كان حاصل النظرات الخلفية أكبر من حاصل النظرات الامامية كانت النقطة الابتدائية أعلى من النقطة الانتهائية وان كان الحاصلان متساويين كانت النقطتان الابتدائية والانتهائية فى أفق واحد

واذا أردنا أخذ ارتفاعات نقط أو عمل ميزانية خطوط موجودة على يمين الخط المتبع وعلى شماله فاننا نجعل تلك الخطوط ونقط الخط المفروض المعلومة المناسيب مرتبطة معا ونعين فروق توازن هذه النقط ومناسيبها بالطرق السابقة

مثلا ينبغى بعد تعيين مناسيب نقط الخط ام (شكل ١٥١) أن نبتدأ من النقطة ب ونعين مناسيب نقط الخط ب د ه بالنسبة للنقطة ب هذه وبهذه المثابة نبتدأ أيضا من النقطة ه ونعين مناسيب

الخط هووع بالنسبة للنقطة ﻫ المذكورة وبمثل ذلك اذا أردنا أن نعين مناسيب نقط الخط حك المار بالنقطة ح ومناسيب نقط الخط دل المار بالنقطة د فاننا ننتقل اليها ونضع المناسيب المذكورة على الرسم أولا فأولا ونكتبها فى الجدول لاجل حفظها واجراء عملية الرسوم والمنحنيات منها

وحيث انه يتعذر الحصول فى بعض الاحيان على مقوى أو على رق لتتعين بواسطته فروق التوازن فيجب فى مثل هذه الحالة ان تأخذ خيطا رفيعا كفتلة من دبارة مثلا وعصى مستقيمة طولها ثلث ذراع يوجد بطرفيها مثلثان من الدبارة كالمثلثين ا ب ح و ب ح ى (شكل ١٠٢) المتساويي الساقين المساويين لبعضهما ونضع الشاقول فى الرأس الاعلى لاجل عمل ميزانية أو اخذ ارتفاع جبل ونحوه وكيفية اجراء العملية فى ذلك هى ان نمسك الآلة من النقطة ا ونجعل الخيط مارا بالنقطة ﻫ فتكون العصى ب ح شاغلة لوضع أفقى وبهذه المثابة يمكن استعمال هذه الآلة فى تعيين الارتفاع كما استعملت المقوى فى تعيينه

وهناك آلات أخرى معدة لاجراء العمليات التوازنية يستعملها المهندسون فى الاشغال الدقيقة المضبوطة وقد أعرضنا عن بسط الكلام عليها هنا لصعوبتها وعدم لزومها للضباط لاسيما وليس الغرض من هذا المختصر غير تفهيمهم الامور الهندسية التى تساعدهم على تأدية واجباتهم العسكرية وفيما ذكرناه كفاية فى الاستكشافات العسكرية التى هى المقصودة من هذا الكتاب

طريقة تسوية قطعة أرضية الحوش مثلا
اى جعلها أفقية

طريقة ذلك هى ان نأخذ ثلاثة قطع من الخشب متحدة فى الطول ومثبت فى

احذى نهايتيها قطعة صغيرة من الخشب ونجعل اثنتين من هذه القطع شاغلتين لاتجاه حيثما اتفق من اتجاهات القطعة الارضية المذكورة كالنقطتين ا و ب من الاتجاه ا م (شكل ١٥٣) بحيث تكونان فى أفق واحد ثم نقف فى النقطة ع على القرب من النقطة ا ونوجه شخصا بالقطعة الثالثة الى النقطة د وننظر الى النهاية العليا من القطعتين الاولين

وقطع الخشب المذكورة آنفا هى التى يطلق على كل واحدة منها اسم لمحة فاذا كانت النقطة الثالثة موجودة فى استقامة القطعتين الاوليين كانت النقطة د مع النقطتين ا و ب فى أفق واحد فان وقعت النقطة د تحت الخط وجب على الشخص الذى معه القطعة الثالثة أن يدق وتدا تحت النقطة د هذه لاجل رفع هذه القطعة عن الارض وجعلها فى مستوى القطعتين الاوليين وان وقعت تلك النقطة فوق الخط المذكور لزم ان تحفر فى الارض نقرة توضع بها رجل القطعة المذكورة لتكون موجودة مع القطعتين الاوليين فى مستو واحد ويجرى مثل ذلك فى النقطة م وعلى الخط ر و ويوصل بين النقطتين ل و د بالخط ل د وتجرى عملية التوازن عليه و بين النقطتين ح و ب بالخط ح ب وبين ك و ر بالخط ك وبين النقطتين اَ و مَ بالخط اَ مَ ويصلح بعلامات على حفرات فى الارض المرتفعة وتكوم كيمان أخرى فى الاماكن المنخفضة بحيث تكون عبارة عن نقط الدلالة وبالنسبة الى ذلك تؤخذ ميزانية الحوش أو القطعة الارضية المفروضة

فان وجدت جبال وجب أن يشد الحبل بين النقطة التى أجريت عليها عملية التوازن وان تردم الاماكن المنخفضة وتقطع الاماكن المرتفعة لتكون القطعة الارضية مستوية

تم بالهداية الالهية والعناية الخديوية طبع هذا الكتاب الجليل
المعد لتعميم نشر المبادى الهندسية الضرورزية للجهادية بأمر
سعادة قاسم باشا ناظر ديوان الجهادية المصريه متعه الله بغاية
الصحة الهنية فى هذا العصر الجليل مصححا على أصله
بمطبعة وادى النيل فى منتصف شهر ربيع الثانى
سنة ١٢٩٠ وصلى الله على سيدنا محمد
وعلى آله وأصحابه
أجمعين

تم

﴿فهرست كتاب تقريب الهندسة﴾

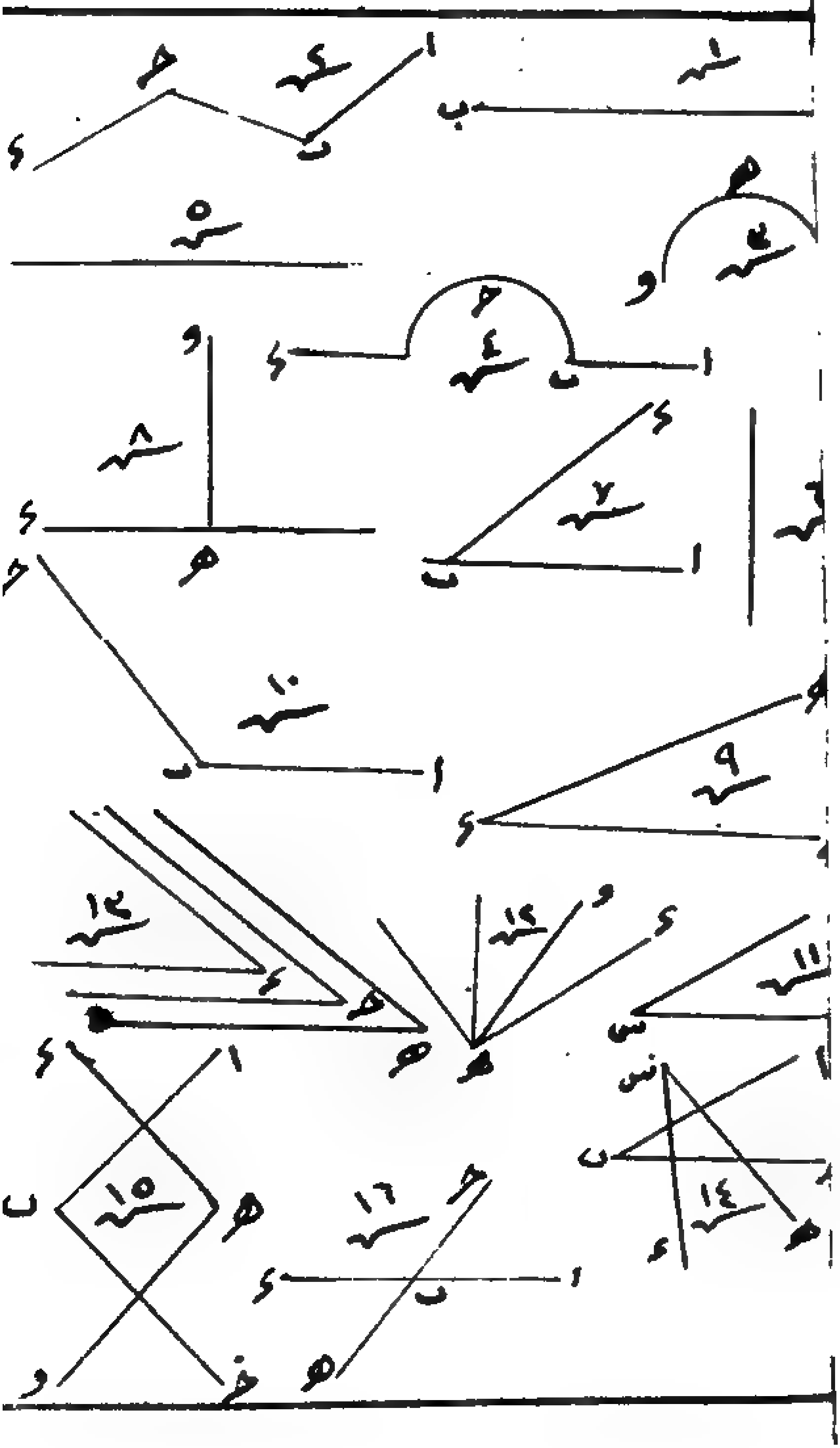
صحيفه

صحيفه

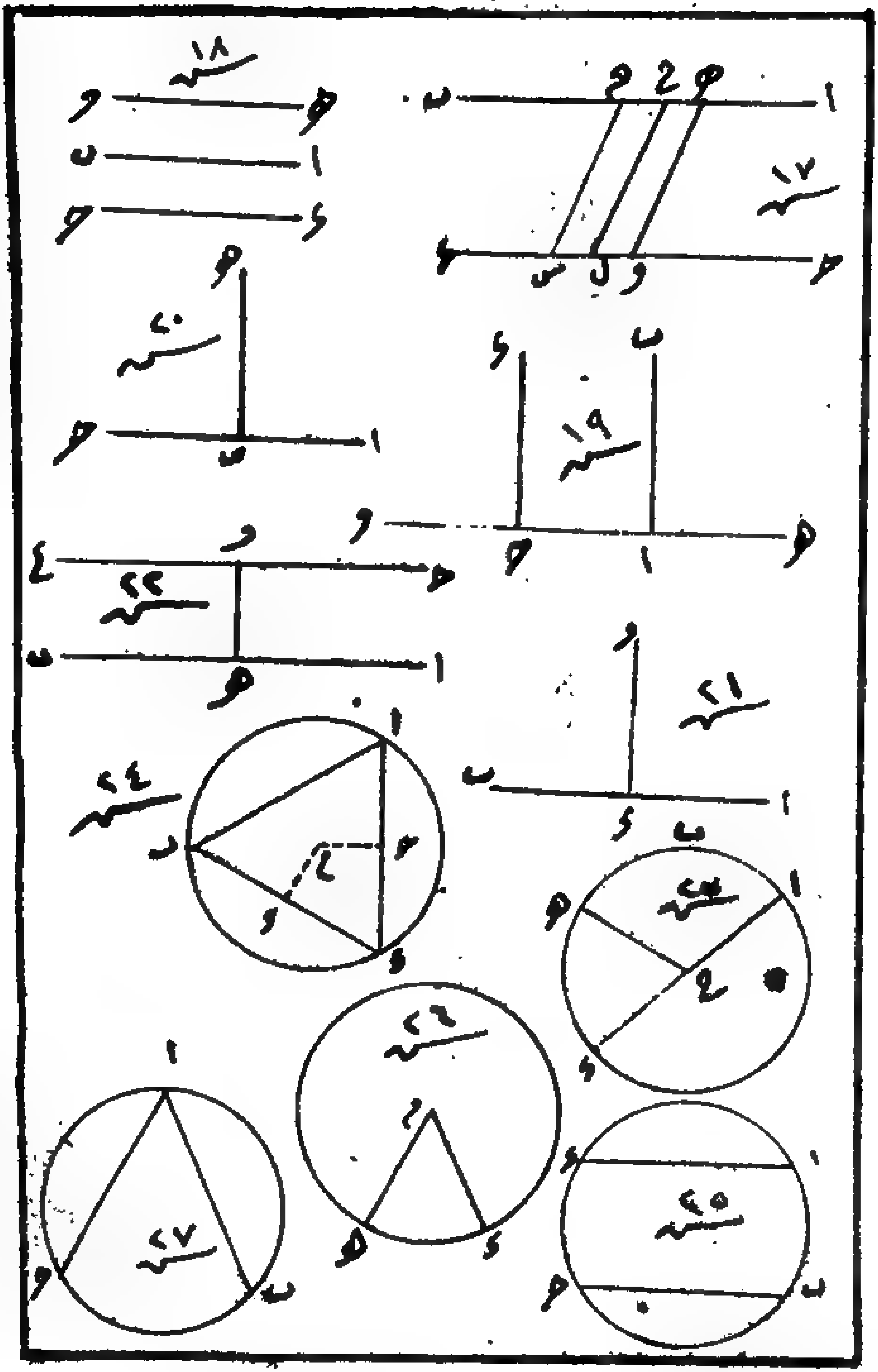
صحيفه

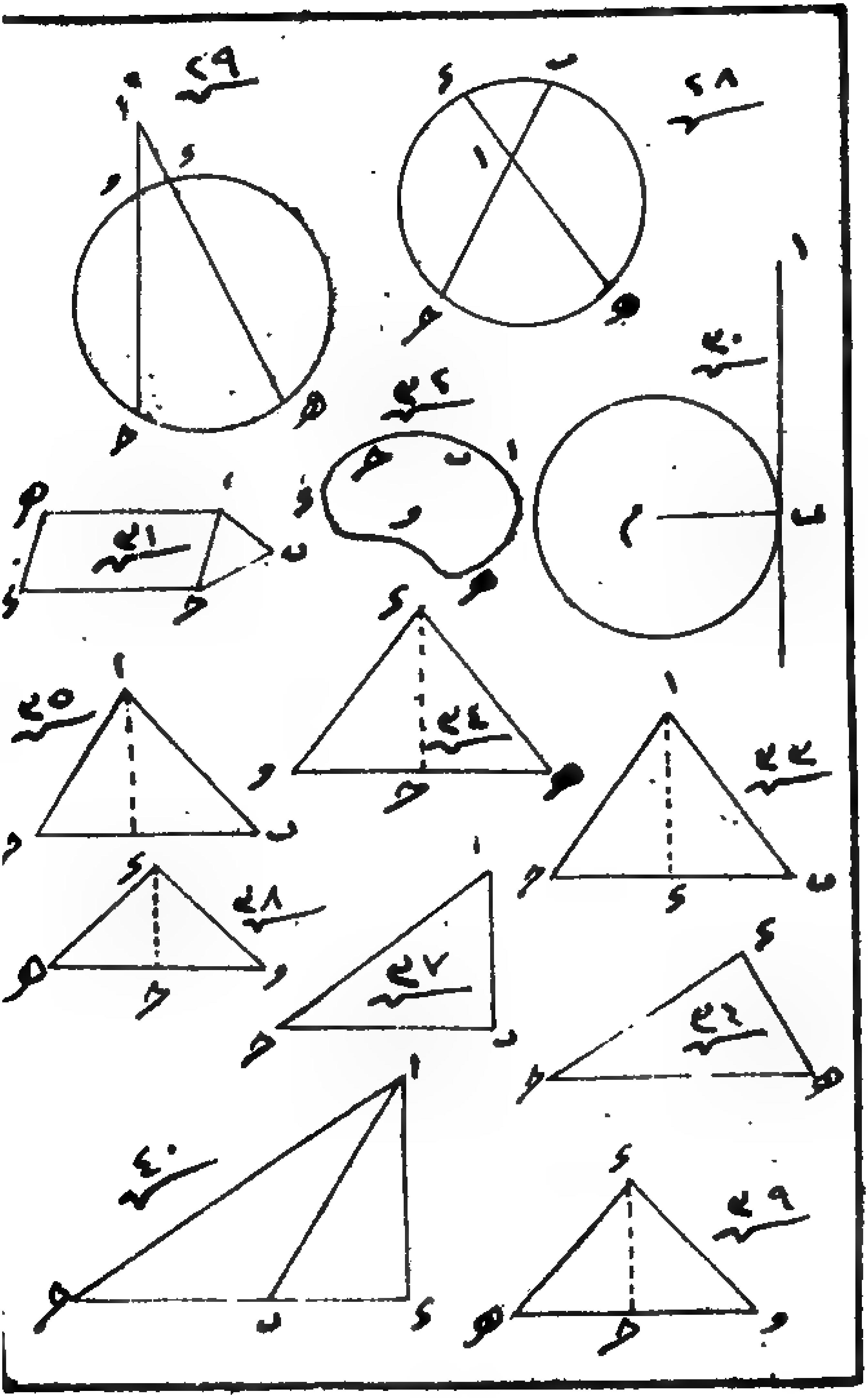
تمت الفهرست

لوح ١



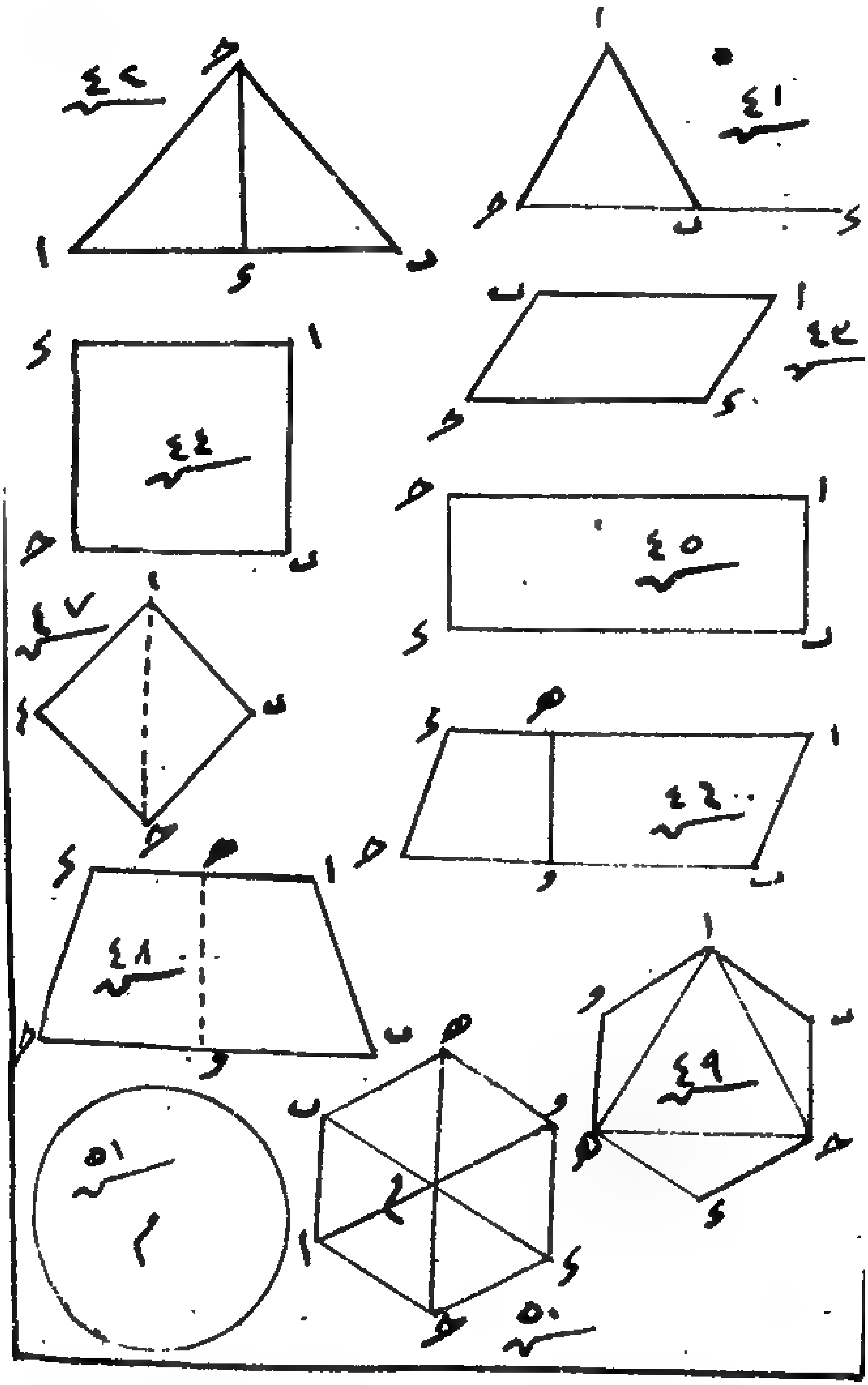
لوح ٢

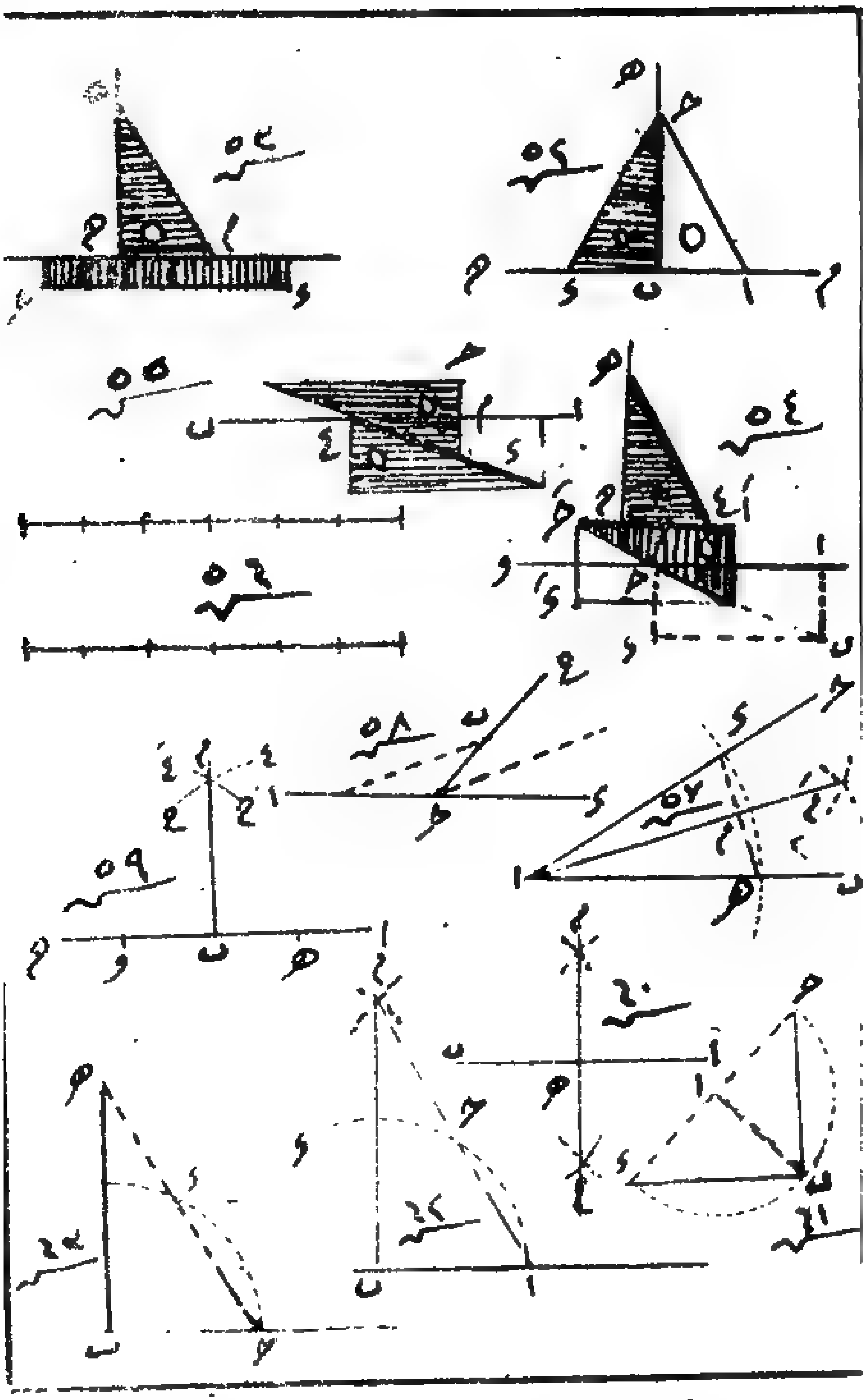

شكل ١٨
شكل ١٧
شكل ٢٠
شكل ١٩
شكل ٢٢
شكل ٢١
شكل ٢٤
شكل ٢٣
شكل ٢٦
شكل ٢٧
شكل ٢٥



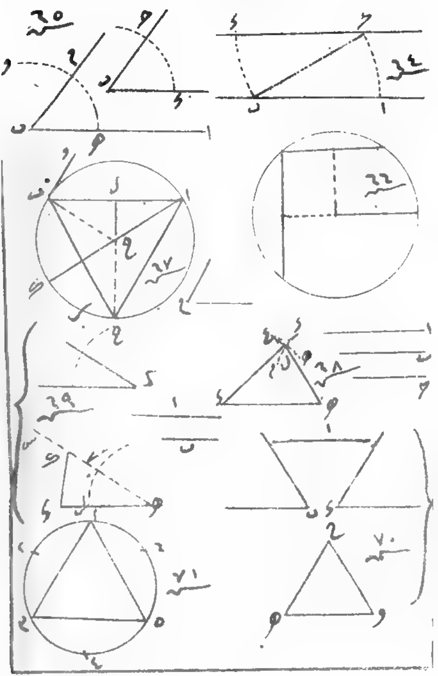
شكل ٢٨
شكل ٢٩
شكل ٣٠
شكل ٣١
شكل ٣٢
شكل ٣٣
شكل ٣٤
شكل ٣٥
شكل ٣٦
شكل ٣٧
شكل ٣٨
شكل ٣٩
شكل ٤٠

لوحة ٤

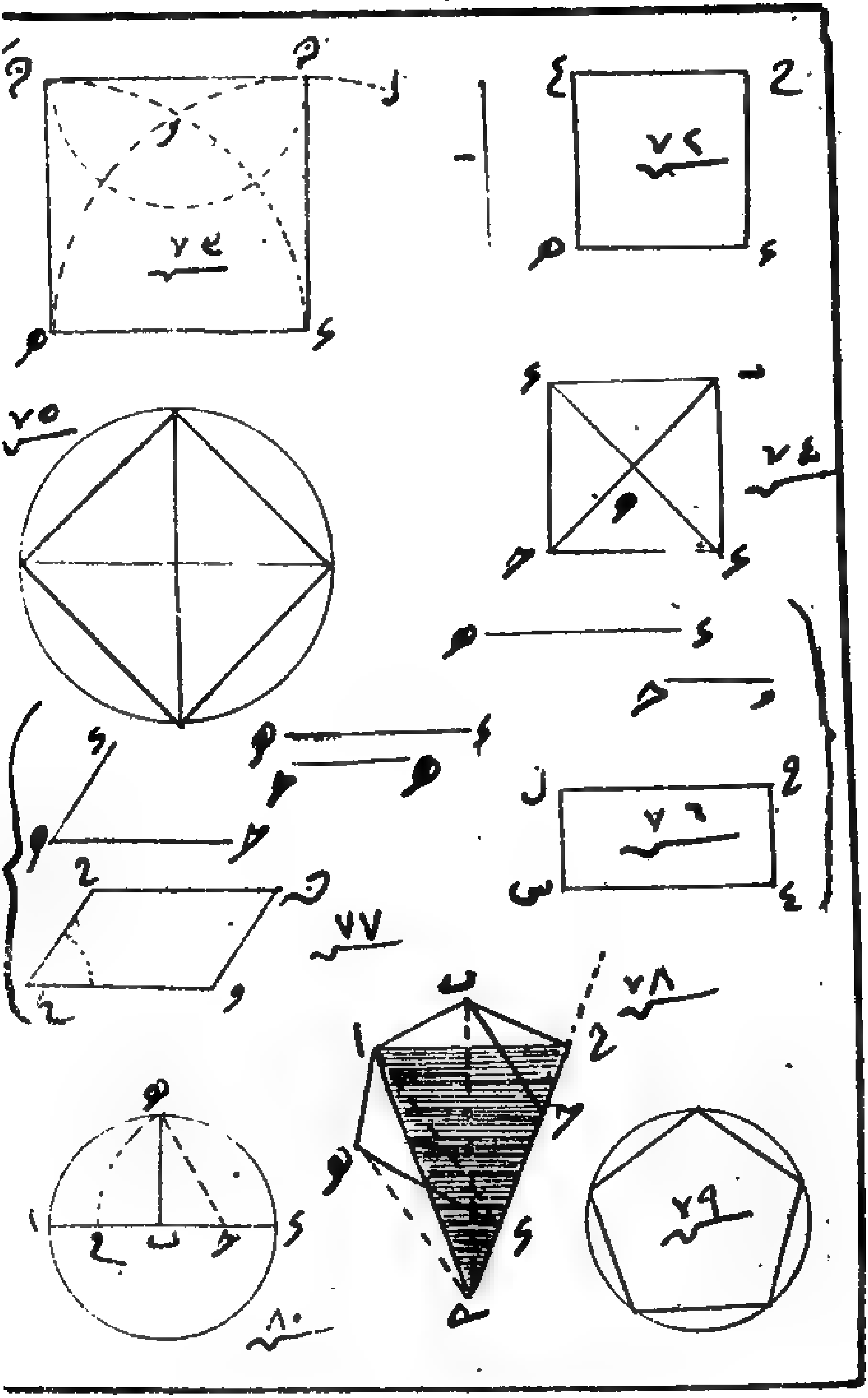




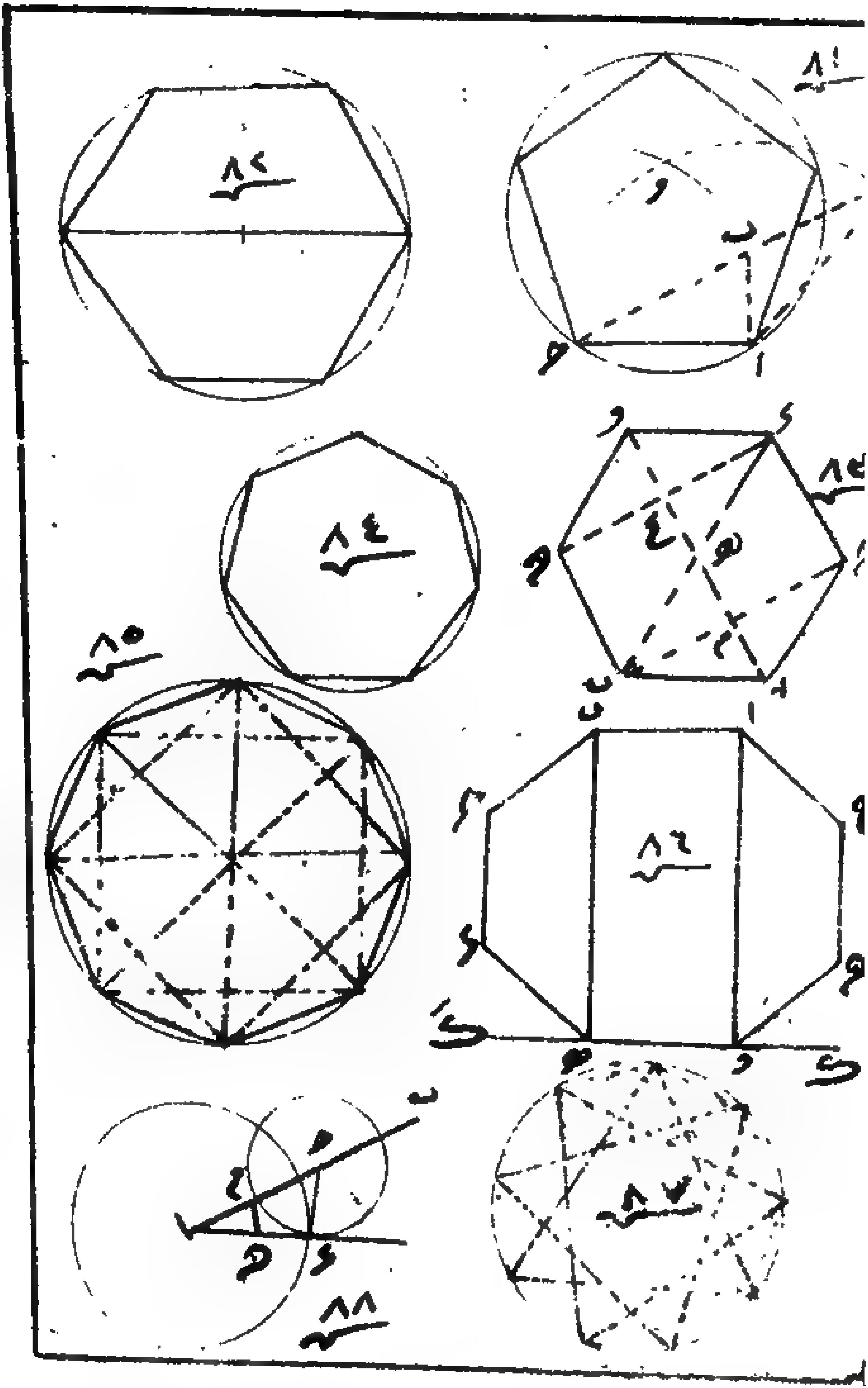
لوحة ٦



لوحة ٧



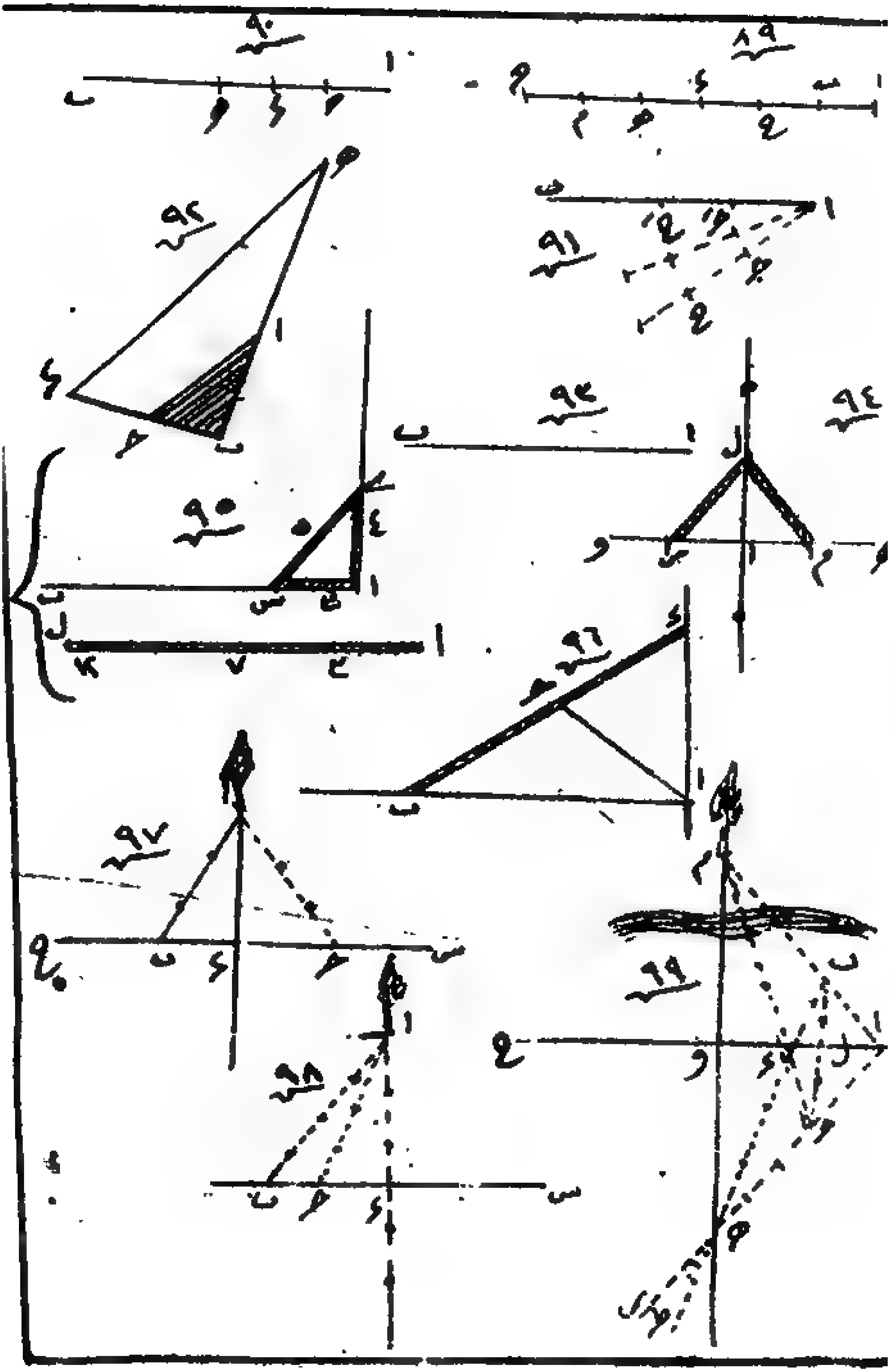
لوحه ٨



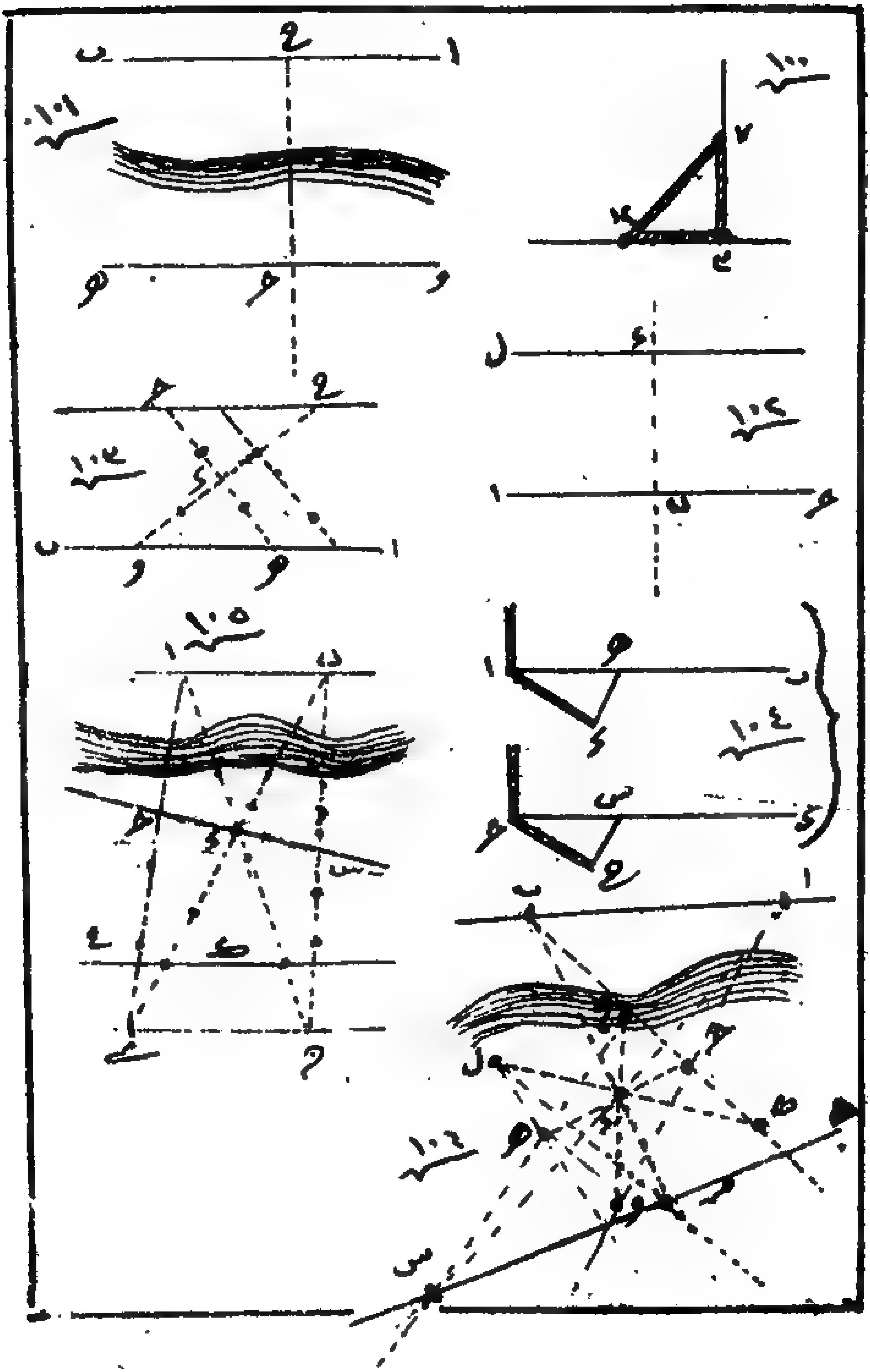


منزل منفرد
طريق سور اشجار
اراضی مزروع باشجار
طريق حديد
طريق سلطانی
ارض مراعی
قريه
مدينه
قراقول
رقعه مكتسبه
رقعه مغلوبه
خيام امير الجيش
بطرية مدافع
بطرية هوائيه
مخزن الذخيره
ورشة صناعية الطوبجية
ورشة صناعية المهندسية
طوبجی مصدر
طوبجی دوشمان
قراقول امام پیاده مصدر
قراقول امام سوارى مصدر

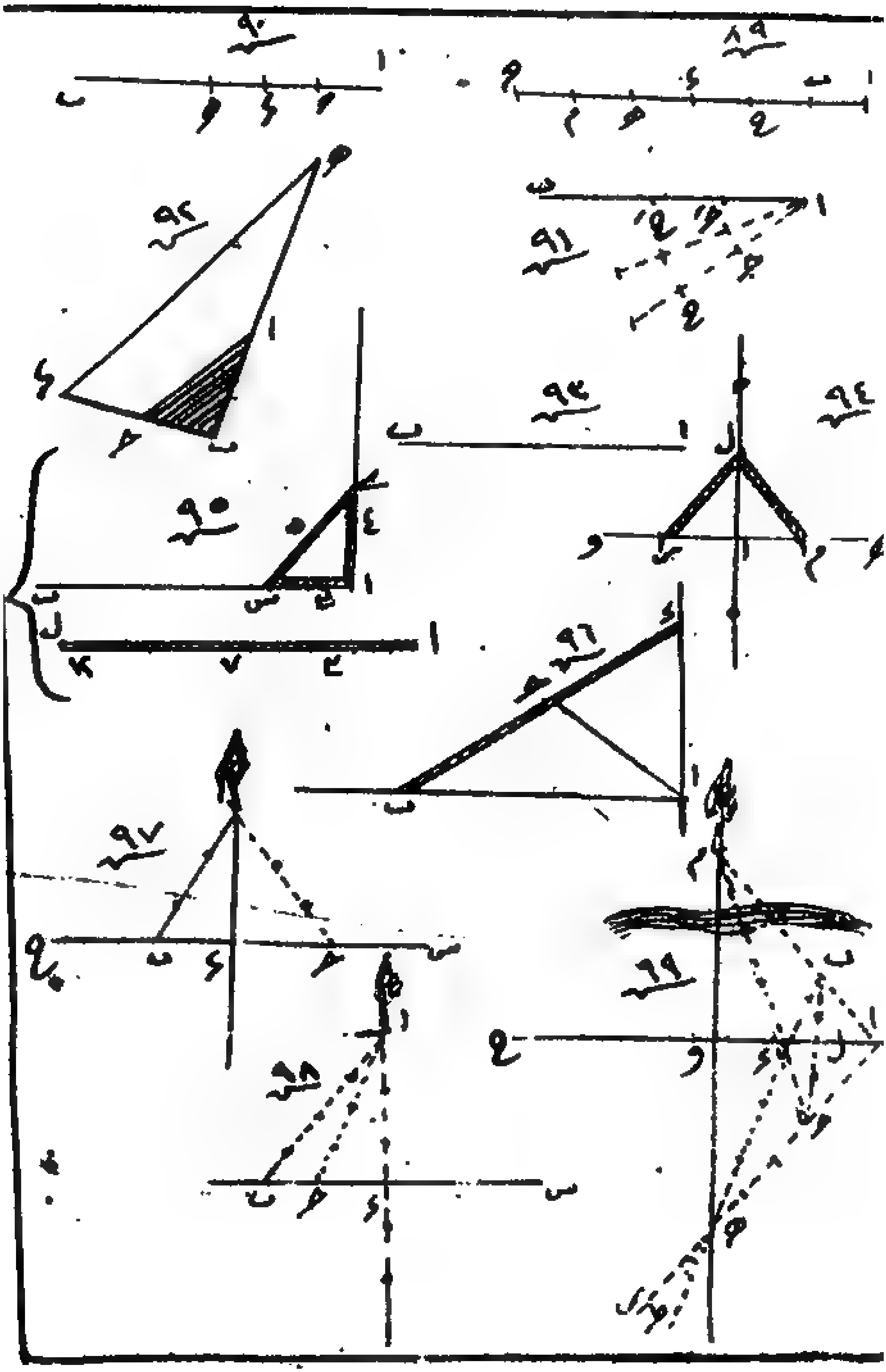
لوحة ١٠



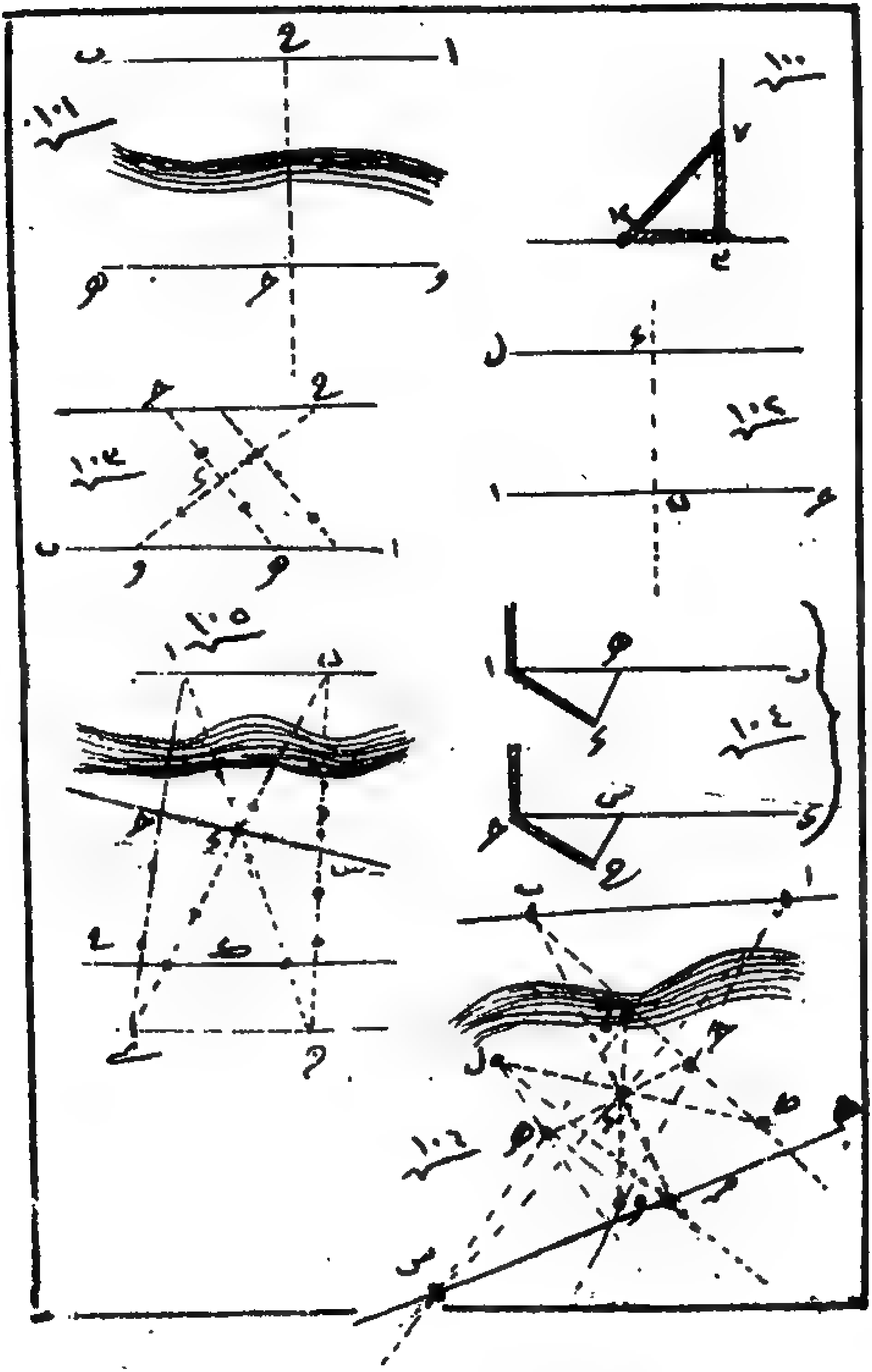
لوحة ١١

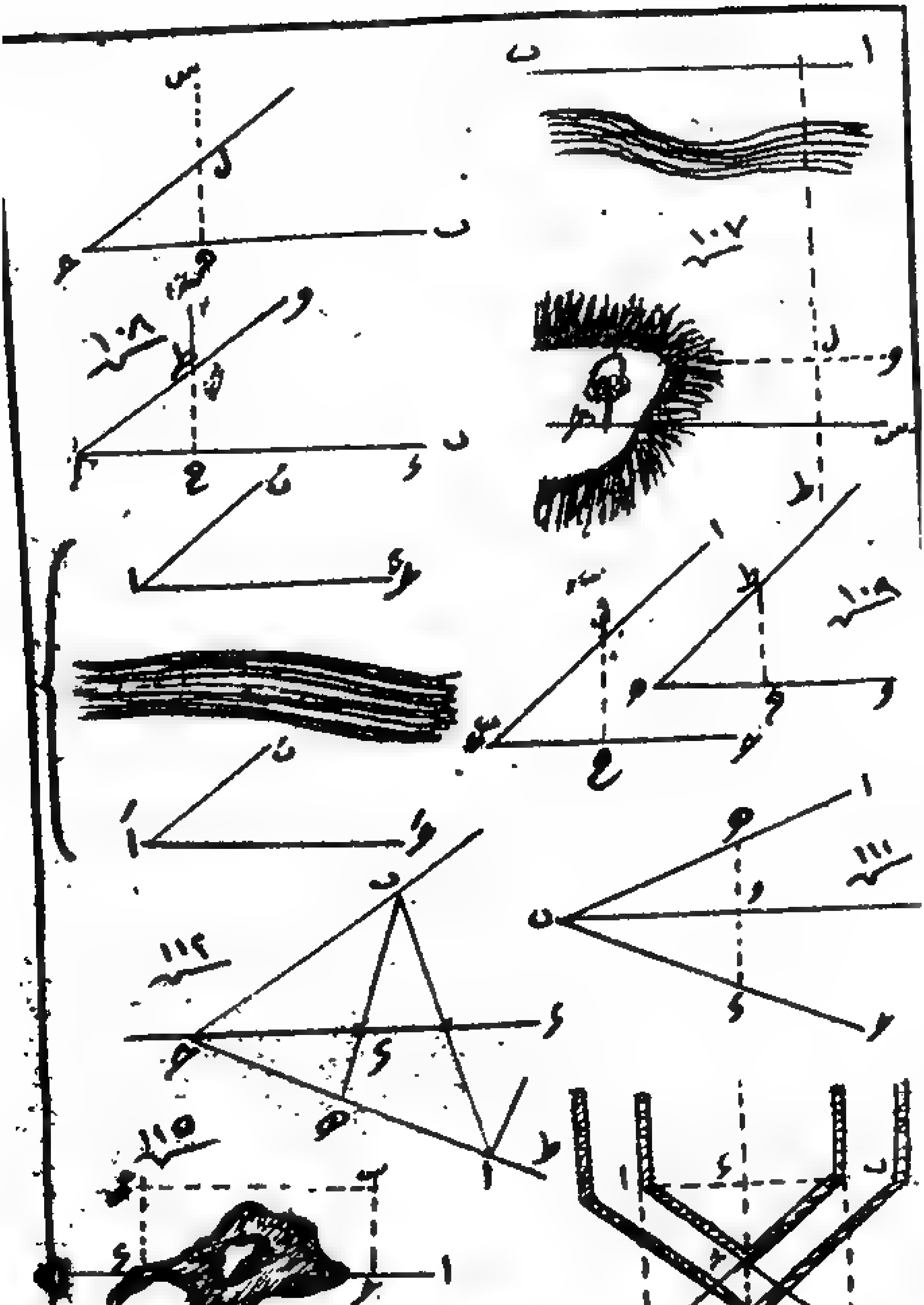


لوحه ١٠

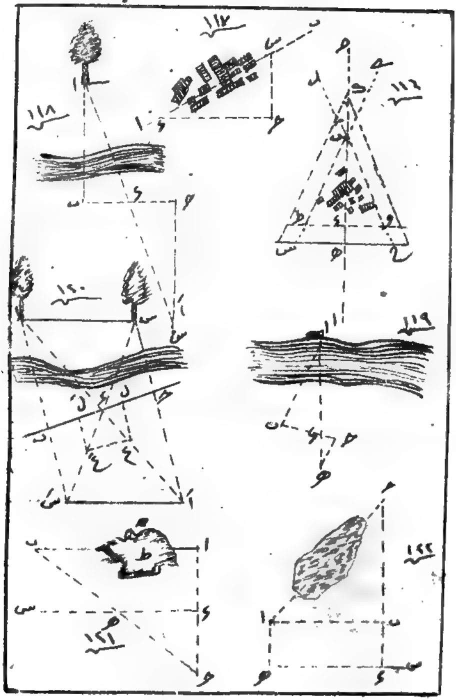


لوحة ١١

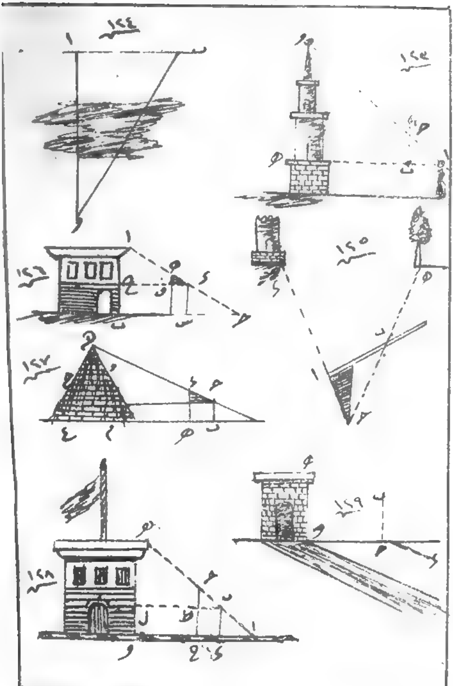



١٠٧
١٠٨
١٠٩
١١١
١١٢
١١٣
١١٤
١١٥

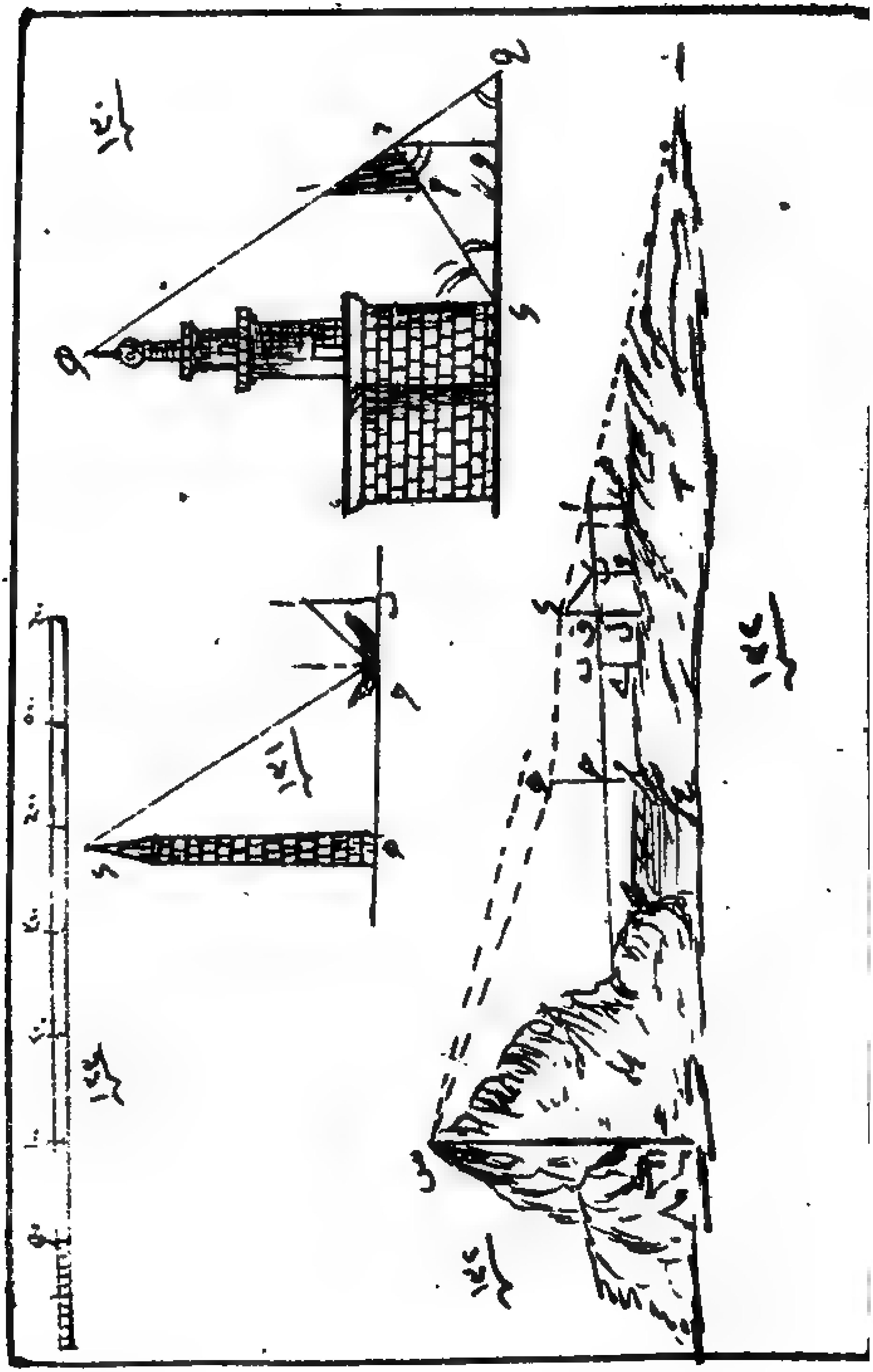
لوحة ١٤



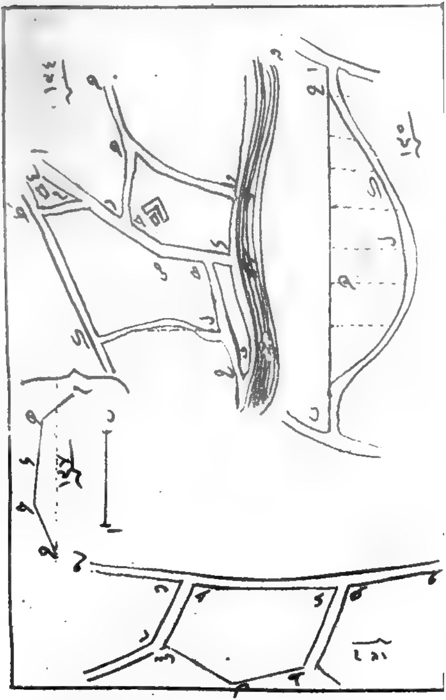
لوح ١٤

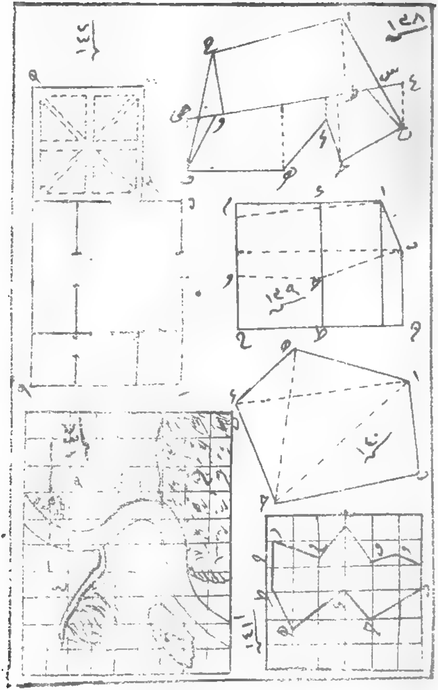


لوحه ١٥

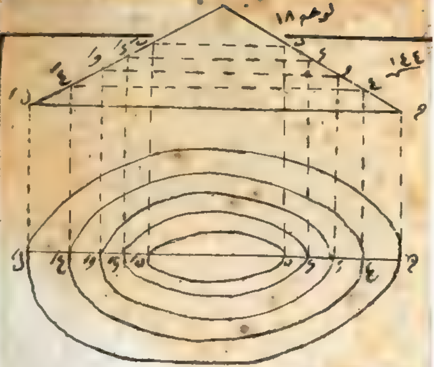


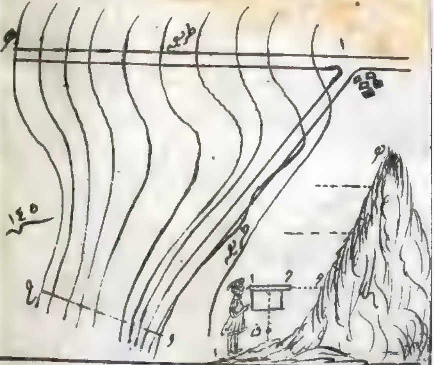
لوحة ١٢





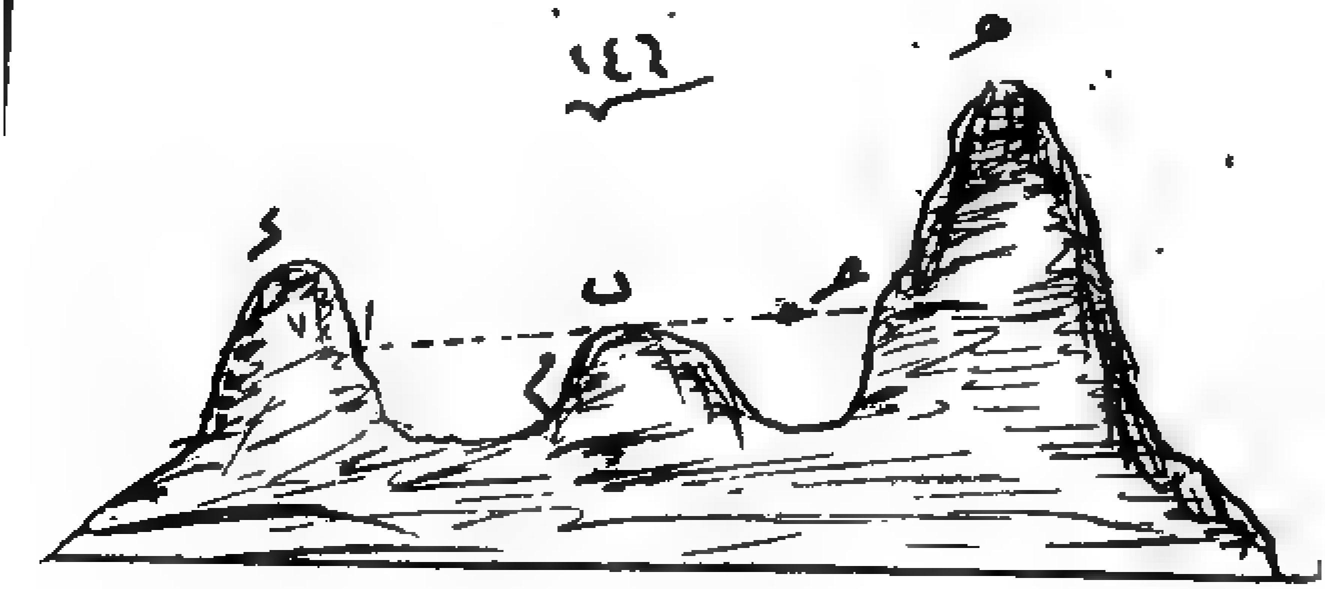
لوحة ١٨



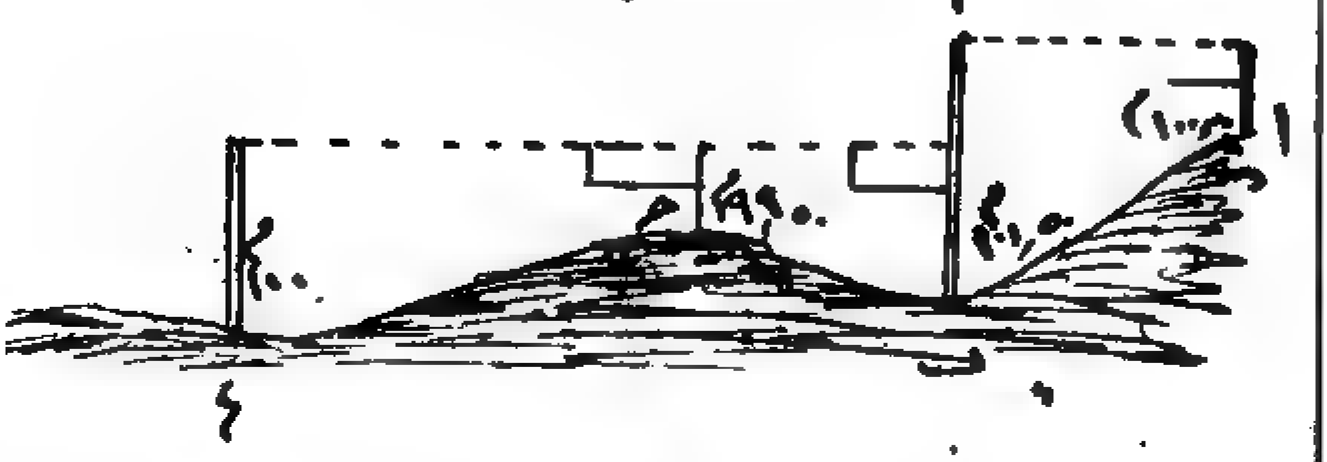


لوحه ١٩

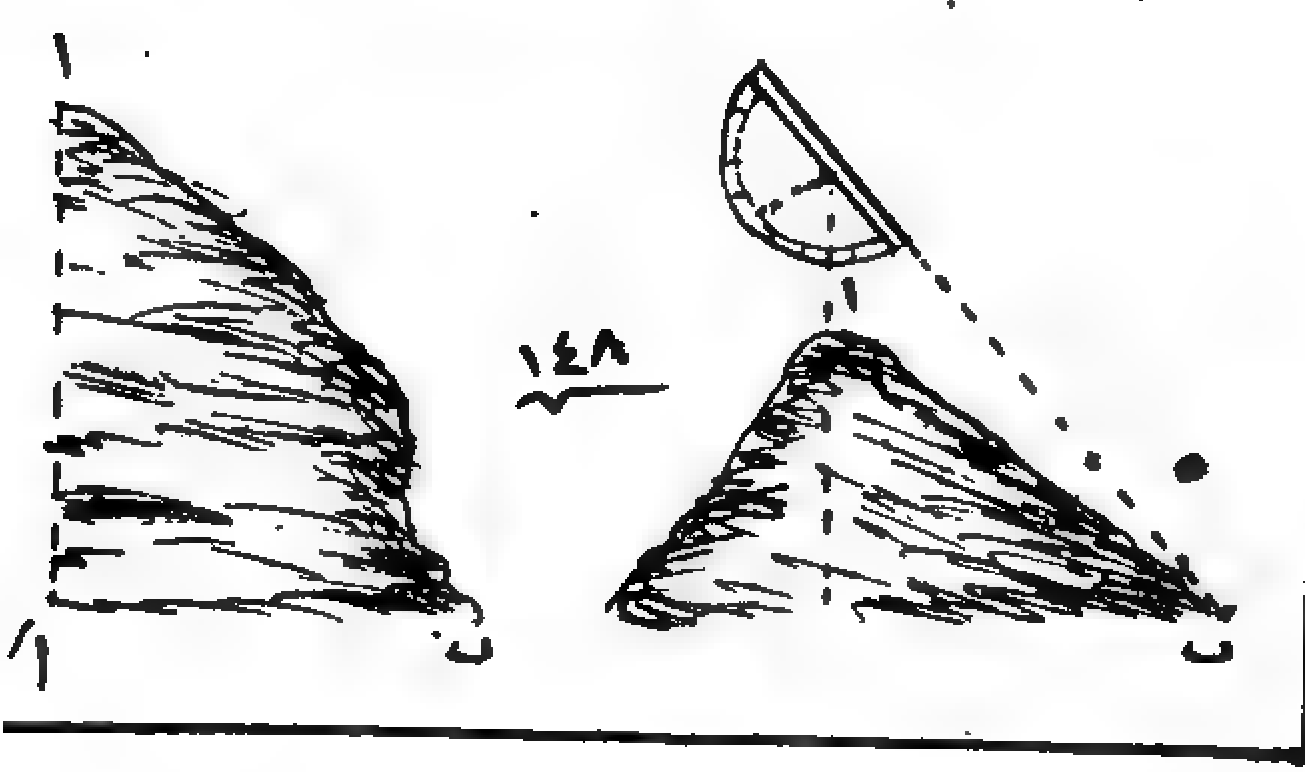
١٤٦

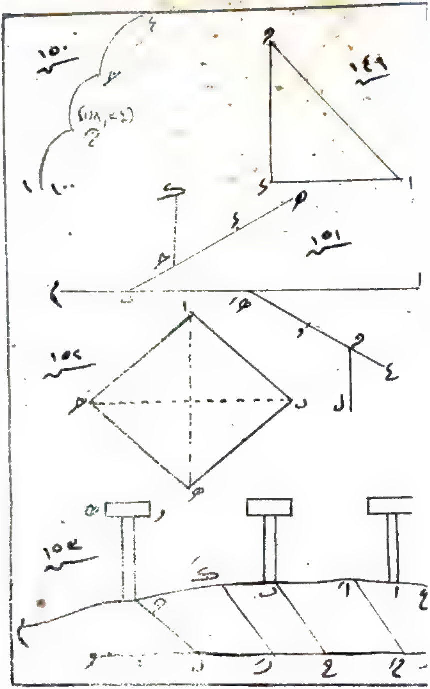


١٤٧



١٤٨




١٤٩
١٥٠
١٥١
١٥٢
١٥٣